

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DOS PILARES DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN UNA PYME ANTIOQUEÑA DEL SECTOR ALIMENTOS

ALBA NELLY RUÍZ BLANDÓN

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Industrial

Germán Augusto Coca

Ingeniero Industrial, Especialista en Gestión de la Calidad



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
ENVIGADO
2012**

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	13
1. PRELIMINARES	14
1.1 Planteamiento del problema	14
1.1.1 Contexto y caracterización del problema	14
1.1.2 Formulación del problema	15
1.2 Objetivos del proyecto	15
1.2.1 Objetivo General.....	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 Marco de referencia.....	15
1.3.1 Definición.....	15
1.3.2 Objetivos del TPM	16
1.3.3 Beneficios del TPM.....	16
1.3.4 Pilares del TPM	16
1.3.5 TPM en empresas de alimentos	19
1.3.6 Mantenimiento Autónomo	19
1.3.7 Mantenimiento Planificado.....	20
1.3.8 Herramientas de Análisis.....	21
2. METODOLOGÍA.....	23
3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	24
3.1 informacion ACERCA DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE ALIMENTOS ...	24
3.1.1 Diseño de la Investigación	24
3.1.2 Metodología.....	24
3.1.3 Muestra	24

3.1.4	Formato de la Encuesta:.....	25
3.1.5	Empresas del sector de alimentos seleccionadas:.....	25
3.2	Evaluación del estado actual de las empresas	29
3.2.1	Sistema de medición diseñado	29
3.2.2	Análisis Cuantitativo	35
3.3	estrategias de mejoramiento.....	39
3.3.1	Productividad y Calidad en empresas encuestadas.....	40
3.3.2	Mantenimiento Autónomo	46
3.3.3	Mantenimiento Planificado.....	103
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	138
4.	CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES.....	139
	BIBLIOGRAFÍA.....	140

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Variables y Subvariables.....	25
Tabla 2	Tabla de porcentajes para los pasos de cada pilar.....	30
Tabla 3	Tabla con porcentajes para preguntas con escala de valoración.....	31
Tabla 4	Tabla con porcentajes de valoración para preguntas Si/No.....	31
Tabla 5	Tabla con ejemplo de porcentajes para preguntas de selección múltiple.	31
Tabla 6	Tabulación de encuestas de acuerdo con los indicadores asociados.....	32
Tabla 7	Cálculo del Nivel de Cumplimiento de las preguntas en los dos pilares del TPM.	33
Tabla 8	Nivel de cumplimiento de las preguntas correspondientes al paso 1.....	34
Tabla 9	Nivel de cumplimiento del Pilar: Mantenimiento Autónomo.	34
Tabla 10	Nivel de cumplimiento del Pilar: Mantenimiento Planeado.	35
Tabla 11	Porcentaje de implementación del Mantenimiento Autónomo en PYMES encuestadas.	37
Tabla 12	Porcentaje de implementación de Mantenimiento Planificado en PYMES encuestadas.	38
Tabla 13	Rangos para interpretación de porcentajes de Productividad y Calidad.	40
Tabla 14	Análisis de productividad en empresas encuestadas.	41
Tabla 15	Análisis de la calidad de los productos en las empresas encuestadas.	44
Tabla 16	Instructivo para preparar Detergentes y Desinfectantes.....	57
Tabla 17	Propuestas de mejora para corregir deficiencias en la Marmita.	63
Tabla 18	Propuesta de mejora para corregir deficiencia en la Dosificadora.	64
Tabla 19	Incumplimiento de las condiciones básicas en los equipos, relacionadas con la Lubricación.....	67
Tabla 20	Tuercas y pernos en la Marmita.	68
Tabla 21	Tuercas y pernos en la Dosificadora.	68
Tabla 22	Acciones para prevenir accidentes en la limpieza de los equipos.	69

Tabla 23	Lugares Inaccesibles y Fuentes de contaminación en la Marmita.	70
Tabla 24	Lugares Inaccesibles y Fuentes de contaminación en la Dosificadora.	71
Tabla 25	Implementación de Controles Visuales.	75
Tabla 26	Historial de problemas, averías o defectos en la Marmita.	79
Tabla 27	Historial de problemas, averías o defectos en la Dosificadora.....	79
Tabla 28	Check List de elementos clave a revisar en la Marmita.	79
Tabla 29	Check List de elementos clave a revisar en la Dosificadora.	80
Tabla 30	Programa básico de formación sobre los equipos.	81
Tabla 31	Lista de chequeo de problemas de proceso y errores humanos.....	91
Tabla 32	Lista de chequeo para anticipar accidentes serios.	91
Tabla 33	Lista de chequeo de Ajustes y Montajes.	92
Tabla 34	Evaluación de capacidades de los operarios.....	93
Tabla 35	Intervalos de Mantenimiento.	94
Tabla 36	Formato de informe de accidentes para evitar repeticiones.....	97
Tabla 37	Stock piezas de repuesto para mantenimiento en la Marmita y Dosificadora. 100	
Tabla 38	Tipos de Lubricantes con sus respectivos stocks.	100
Tabla 39	Stocks productos de limpieza.	101
Tabla 40	Indicadores para medir eficacia del mantenimiento en los procesos.	102
Tabla 41	Criterios de evaluación de equipos.....	104
Tabla 42	Clasificación para seleccionar equipos PM.	105
Tabla 43	Clasificación de Fallas en la Marmita.	105
Tabla 44	Clasificación de Fallas en la Dosificadora.	106
Tabla 45	Análisis de Falla: La Marmita no calienta.	107
Tabla 46	Análisis de Falla: Fugas en la red de gas.	107
Tabla 47	Análisis de Falla: Motor quemado.	108

Tabla 48	Análisis de Falla: Sobrecalentamiento y vibraciones en el motor.	108
Tabla 49	Análisis de Falla: Disminución en el agarre de las aspas.	109
Tabla 50	Análisis de Falla: Quemadores desgastados.....	109
Tabla 51	Análisis de fallas en la Marmita.	109
Tabla 52	Análisis de Pareto para fallas en la Marmita.....	110
Tabla 53	Análisis de Falla: No arranca la máquina.	110
Tabla 54	Análisis de Falla: Fugas de aceite en el FRL.....	111
Tabla 55	Análisis de Falla: Fuga de aire comprimido en cilindros neumáticos.	111
Tabla 56	Análisis de Falla: Obstrucciones en los tubos de aceite.	112
Tabla 57	Análisis de Falla: Ruido inusual en el compresor.	112
Tabla 58	Análisis de Falla: Movimientos retardados en la Dosificadora.	113
Tabla 59	Análisis de fallas en la Dosificadora.	113
Tabla 60	Análisis de Pareto para fallas en la Dosificadora.....	113
Tabla 61	Metas de Mantenimiento Planificado.....	114
Tabla 62	Análisis de causas de fallas en la Dosificadora.	118
Tabla 63	Cuadro de problemas Dosificadora.	119
Tabla 64	FMEA para fallas en la Dosificadora.	120
Tabla 65	Formato de informe de acciones y prevención de repetición de fallos.....	122
Tabla 66	Informe de autorización de comienzo y terminación del trabajo.	129
Tabla 67	Informe de Mantenimiento con parada.	131
Tabla 68	Técnicas de diagnóstico para equipos estáticos.....	133
Tabla 69	Indicadores para medir la eficacia del Mantenimiento.	135
Tabla 70	Mejoras cuantitativas en Dosificadora.	136
Tabla 71	Gráficos de costo de Mantenimiento y # de fallas en los equipos.....	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Descripción del proceso productivo Empresa B.	27
Figura 2	Cronograma de actividades para Mantenimiento Autónomo.	46
Figura 3	Lista elementos necesarios.	48
Figura 4	Tarjeta de color para elementos innecesarios.	49
Figura 5	Mapa 5s para el área de producción.	50
Figura 6	Controles visuales en los equipos.	52
Figura 7	Mapa de seguridad para Marmita.	53
Figura 8	Mapa de seguridad para Dosificadora.	54
Figura 9	Instructivo para limpieza de Marmita.	55
Figura 10	Instructivo para limpieza de Dosificadora.	56
Figura 11	Hoja de lección de un punto para anomalías en la Marmita.	60
Figura 12	Hoja de lección de un punto para anomalías en Dosificadora.	61
Figura 13	Tarjeta blanca para señalar anomalías.	62
Figura 14	Mapa de lubricación para la Marmita.	65
Figura 15	Mapa de lubricación para Dosificadora.	66
Figura 16	Estándar de limpieza, chequeo y lubricación para Marmita.	72
Figura 17	Estándar de limpieza, chequeo y lubricación para Dosificadora.	73
Figura 18	Especificaciones del diseño de la Marmita.	77
Figura 19	Plano Neumático, Dosificadora.	78
Figura 20	Plano Eléctrico, Dosificadora.	78
Figura 21	LUP de Funciones Básicas y Estructura de una instalación neumática.	82
Figura 22	Diagrama de Flujo para solucionar anomalía en Dosificadora.	83
Figura 23	Cronograma Plan de capacitación sobre los equipos.	84
Figura 24	Programa de capacitación sobre procesos.	85

Figura 25	Hoja de Lección sobre el funcionamiento de la Marmita.	86
Figura 26	Hoja de Lección sobre el funcionamiento de la Dosificadora.	87
Figura 27	Variables Químicas en la transformación de los alimentos.	88
Figura 28	Especificaciones para temperatura de envasado.....	89
Figura 29	Tipos de aditivos en las salsas.	90
Figura 30	Puntos a Chequear para pernos y tuercas.....	94
Figura 31	Puntos de Chequeo para Lubricación.....	95
Figura 32	Puntos de Chequeo de Sistema Eléctrico.....	95
Figura 33	Puntos de Chequeo de Sistema Neumáticos.....	96
Figura 34	Diagrama para actividades del área de Producción.....	98
Figura 35	Estandarización de variables clave para la calidad en los productos.	99
Figura 36	Controles visuales en los lugares de trabajo.....	101
Figura 37	Formato de registro de La Marmita.....	103
Figura 38	Impreso de registro de tema.	115
Figura 39	Cronograma de actividades para el Pilar: Mejoras Orientadas.	115
Figura 40	Relación entre las cuatro fases del cero averías y las actividades del Mantenimiento Autónomo.	117
Figura 41	Análisis P-M para Falla: Obstrucciones en los tubos de aceite.	121
Figura 42	Análisis P-M para Falla: la Dosificadora efectúa movimientos muy retardados.	121
Figura 43	Resumen periódico de fallas en equipos PM.	123
Figura 44	Lista de fallos de equipos.	124
Figura 45	Sistema de gestión de mantenimiento computarizado.....	125
Figura 46	Intervalos de Mantenimiento Periódico en los equipos.	128
Figura 47	Planificación del mantenimiento con parada.....	130
Figura 48	Cronograma de actividades Mantenimiento de parada del mes de Enero.	131

Figura 49	Cronograma de Formación e implementación de plan de diagnóstico.	132
Figura 50	Diagrama de Flujo de Mantenimiento predictivo.	134
Figura 51	Comportamiento del Factor de Utilización en el área de Envasado.	136

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Herramienta de Investigación.....	142
Anexo 2	Ponderación de porcentajes para los pasos de cada pilar.....	155
Anexo 3	Herramienta de Investigación/Respuestas.	156
Anexo 4	Resultados y puntajes obtenidos.....	166

RESUMEN

Con el presente trabajo se busca dar las bases necesarias para la implementación de dos pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM): “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado” en tres PYMES del sector alimentos de la ciudad de Medellín, con el fin de mejorar sus procesos, aumentar los niveles de productividad y calidad y elevar el nivel competitivo en el mercado global.

Para conocer la situación actual de las tres empresas objetivo, se creó una herramienta de investigación, que permitiera analizar el grado de desarrollo de los dos pilares del Mantenimiento Productivo Total, la productividad en los procesos y calidad de los productos.

A partir del análisis de los datos obtenidos de la herramienta de investigación, primero, se hizo una medición por medio de indicadores de gestión, del rango de productividad y calidad encontrados en las tres empresas del sector de alimentos y segundo, se definieron las actividades requeridas para implementar los dos pilares del TPM, con base en la ilustración de un caso al que se le desarrollaron todos los pasos de cada pilar.

Dado que para desarrollar las diferentes actividades de mejora en los dos pilares: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado”, se deben evaluar datos particulares del proceso productivo como lo son el tipo de equipos en la planta, las variables críticas en los procesos, las propiedades de los materiales que se manejan, entre otras, el caso ilustrado, hace alusión a un tipo de empresa en particular, sin embargo, las actividades recomendadas se pueden aplicar a las demás PYMES del sector de alimentos, ajustando estos datos a las condiciones de cada una de ellas.

Por último, se determinaron tiempos estimados de ejecución y los posibles responsables, del plan general de implementación.

Palabras clave: Mantenimiento Productivo Total, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planeado, Tiempo medio entre fallas, Tiempo medio de reparación.

ABSTRACT

This study looks to explore the necessary steps for the implementation of two pillars of total productive maintenance (TPM): “Autonomous Maintenance” and “Planned Maintenance” in three SMEs of the food sector in the city of Medellín, with the objective of improving the implementation process, increasing the levels of production, quality and elevating the level of competition in the global market.

In order to understand the actual situation of the three companies to be analyzed, an investigation tool was created to analyze the level of development in the two pillars of the total productive maintenance and the productivity in the processes and the quality of the products.

Apart from the data analysis obtained from the investigation tool—first, management indicators measured it, range of productivity and quality found in the three companies in the food sector. Second, it was defined by the required activities to implement the two pillars of the TPM, based on the illustration of a case, which developed every step of the pillar.

In order to better develop the different activities of the two pillars: “Autonomous Maintenance” and “Planned Maintenance”, one must evaluate particular data from the production process like the type of equipment in the factory, the critical variables in the production processes, the characteristics of the materials handled, among others, the illustrated case, is related to a type of particular manufacturer, however, the recommended activities can apply to the rest of SMEs in the food sector, adjusting this information to the conditions of each one.

Finally, estimated times of execution were determined and the possible delegates for the general plan of implementation.

Key words: Total Productive Maintenance, Autonomous Maintenance, Planned Maintenance, Mean time between Failures, Mean time to recovery.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo, se diseña una propuesta para la implementación de dos pilares del Mantenimiento Productivo Total: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado”, como ejemplo de herramienta de mejoramiento continuo que pueden ejecutar las PYMES del sector de alimentos para atacar problemas tan comunes como lo son altos costos de reprocesos, altas tasas de productos defectuosos, y fallas continuas en los equipos, que no permiten que estas empresas operen eficientemente ni alcancen altos rangos de productividad empresarial.

En el desarrollo de la propuesta de implementación, se detallan los resultados de la situación actual de tres PYMES escogidas del sector de alimentos, de la ciudad de Medellín que no implementan la metodología TPM en sus empresas, y se detectan todas las falencias en sus sistemas de gestión como oportunidades de mejora.

A partir de esta información, se plantean todas las actividades que se deben llevar a cabo para cumplir satisfactoriamente la ejecución de los pilares: Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado en estas empresas y se presenta el resultado general de productividad y calidad encontrados en las tres PYMES.

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Contexto y caracterización del problema

Las organizaciones que son consideradas altamente competitivas son aquellas que consiguen optimizar conjuntamente la eficacia productiva de los procesos y la calidad de los productos resultantes. Es por esto que deben contar con la implementación de estrategias para el mejoramiento de los procesos productivos, ya sea TPM (Total Productive Maintenance), BPR (Business Process Reengineering), ventajas competitivas de Porter, entre otras.

Las PYMES antioqueñas se preocupan cada vez más por adquirir un mayor reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional, es por esto que deben poner sus mayores esfuerzos por mantenerse en constante mejoramiento, y de esta manera alcanzar los estándares de calidad que exigen los clientes para sostenerse en el medio.

Actualmente, en Colombia, las PYMES agrupan cerca del 96% de las empresas, participan con un 30% del total de la producción, aportan un poco más del 70% del empleo, exportan poco más del 30% de las exportaciones y generan alrededor del 50% de los salarios. Así mismo contribuyen al 41% del PIB nacional. (Mondragón, 2011)

Sin embargo, la falta de limpieza, orden, experiencia, estandarización de procesos, planeación de producción, entre otros, hace que estas empresas disminuyan su desempeño para poder progresar dentro del medio y posicionarse en un mercado más global. En otras palabras, la ausencia de implementación de herramientas para el mejoramiento hace que no tengan niveles de calidad de excelencia.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente y que la evolución del comercio PYME depende en gran medida de lo que pase con el sector de alimentos, pues éste equivale a 37% del total de las ventas (BusinessCol), se detectó la necesidad de implementar Mantenimiento Productivo Total (TPM) en PYMES antioqueñas del sector alimentos, pues es una filosofía enfocada a la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial, que al ser efectuada con éxito aumentaría la capacidad de producción, con el mínimo empleo de recursos.

Cabe resaltar que en muchas ocasiones no es la falta de herramientas lo que impide el progreso, sino la falta de conocimiento y de alineación de intereses entre los directivos y los trabajadores, la existencia de paradigmas de que implementarlo es muy difícil, que se requiere de alta inversión, o que simplemente se piensa que son innecesarias.

El éxito de la implementación de la herramienta de mejora depende de que no solo se involucre a la alta dirección, sino también a todos los empleados. Se deben usar

herramientas como el liderazgo, la perseverancia, la disciplina para lograr que este recurso humano se vea involucrado en un mejoramiento continuo.

1.1.2 Formulación del problema

En general se observa que las PYMES antioqueñas no aplican las mejores herramientas para el mejoramiento de sus procesos. Tomando como ejemplo tres PYMES del sector alimentos de la ciudad de Medellín, entre ellas Base Cook S.A, Alimentos Santana y Proalimentos Milenio JB, dónde no se tienen implementados programas o metodologías para el mejoramiento de calidad y productividad, se encuentra un potencial de mejora, ya que al diseñar una propuesta para la implementación de dos pilares del Mantenimiento Productivo Total: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado”, se estaría presentando una herramienta que al aumentar los niveles de productividad, reducir ineficiencias, reprocesos y pérdidas, estaría elevando el nivel competitivo en el mercado global.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta para la implementación de dos pilares de Mantenimiento Productivo Total (TPM): “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado” en PYMES del sector alimentos de la ciudad de Medellín.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación de tres PYMES del sector alimentos de la ciudad de Medellín que aún no implementan TPM, en cuanto a su productividad actual y calidad de sus productos.
- Identificar el estado actual de tres PYMES del sector de alimentos de la ciudad de Medellín en cuanto al nivel de aplicación de los pilares de TPM: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado”.
- Definir las oportunidades de mejora correspondientes en las empresas analizadas, de acuerdo con el estado actual de aplicación de los pilares de TPM: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado”.
- Elaborar un plan de implementación de las oportunidades de mejora definidas.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1 Definición

(Lefcovich)

TPM (Mantenimiento productivo total) es una filosofía originaria en Japón que plantea un método de gestión basado en:

- La participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- La creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global.
- La implementación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
- La implementación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- La aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

1.3.2 Objetivos del TPM

(Vajillas Corona, 2006)

El TPM busca el concepto de “cero pérdidas”:

- Cero accidentes.
- Cero averías y paros.
- Cero defectos/ rechazos.
- Cero ajustes.
- Cero contaminación.
- Cero paros menores.
- Cero reclamos de los clientes.

1.3.3 Beneficios del TPM

(Campaña Educativa sobre TPM, 2008)

- Hábitos nuevos en las personas alternando sus actividades de activas a proactivas.
- Autoconfianza en desarrollar actividades que buscan quiebra cero, defecto cero y accidente cero.
- Satisfacción en el trabajo en lugar limpio, seguro y organizado.
- Capacidad de trabajo en equipo- consenso de ideas y situaciones.
- Orgullo en recibir visitantes que puedan transformarse en futuros clientes.
- Fácil comunicación para exponer sus ideas o dificultades relativas a las actividades.
- Familiarización con el método de identificación de problemas (fenómenos) y sus causas.

1.3.4 Pilares del TPM

(Vajillas Corona, 2006)

- **Mejoras enfocadas:** Consta en llegar a los problemas desde la raíz y con previa planificación para saber cuál es la meta y en cuanto tiempo se logra.

Beneficios:

- Al enfocarse en las pérdidas específicas se incrementa la productividad y hay mayor facilidad de estandarizar los métodos que son fáciles de seguir.
 - Asegura los métodos para identificar y analizar las pérdidas, implementando a su vez medidas preventivas y correctivas.
 - Eleva la facilidad de detección/ corrección de deterioro en el equipo.
- **Mantenimiento Autónomo:** Son las actividades que los operarios de una fábrica realizan para cuidar correctamente su área de trabajo, maquinaria, calidad de lo que fabrican, seguridad y comparten el conocimiento que obtienen del trabajo cotidiano. Este pilar es asignado al equipo de jefes de los departamentos de producción y por eso es necesario que adquieran una cultura de orden y aseo (Metodología 5s), lo cual es parte primordial para el cumplimiento de los objetivos esperados.
 - **Mantenimiento Planeado:** Su principal eje de acción es el entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio. Se establece un programa de mantenimiento, definiendo y procurando las condiciones óptimas del equipamiento y de sus procesos a bajo costo, de la siguiente manera:
 - Recopilando los datos y analizando las averías.
 - Realizando actividades de apoyo y guías de Mantenimiento Autónomo.
 - Implementando actividades de mantenimiento correctivo.
 - Administrando el costo del mantenimiento.
 - **Educación y entrenamiento:** Elevación continua del nivel de capacitación. Aquí se define lo que hace cada quien y se realiza mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y como se hace son la misma gente de la empresa, sólo hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran.
 - **Control Inicial:** Tiene la meta de desarrollar productos fáciles de manufacturar y equipo fácil de usar, mediante la gestión de los productos y equipos nuevos desde la etapa de desarrollo para obtener la máxima eficiencia del sistema de producción, que es a su vez, la meta de TPM.
 - **Control Inicial del producto:** Se realiza con el propósito de establecer los preparativos (Set up) eficientes que permitan la planeación, desarrollo, diseño y manufactura de productos que puedan satisfacer los requerimientos de los clientes y que puedan ser producidos rápidamente y a un bajo costo.
 - **Control Inicial del equipo:** es útil para crear equipos de fácil uso, detectando los problemas mediante el diseño MP y mejorando las contramedidas en el estado de planeación, diseño y construcción del equipo. Llevar a cabo una producción aún durante el arranque, acortando el periodo de control de la fase inicial.

- **Control de Flujo inicial:** es la planeación sistémica para minimizar las pérdidas durante la introducción de un producto nuevo o la instalación de un equipo nuevo.
- **Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu- Hozen):** (Compañía de Galletas Noel S.A., 2007) Son acciones que buscan establecer las condiciones óptimas del equipo y evitar los defectos de calidad, a través del concepto básico de mantener el equipo en perfecto estado, y obtener la calidad perfecta de los productos procesados.

Las condiciones son revisadas y evaluadas periódicamente para verificar que los valores medidos están dentro de los estándares correctos.

La variación en los valores medidos nos proporciona elementos estadísticos para decidir correctamente y en consecuencia ejecutar acciones preventivas anti-defectos y anti-defectos en el proceso de fabricación.

- **TPM Administrativo:** Eliminación de pérdidas de la información entre departamentos de manufactura y administrativos, extendiéndose a proveedores y clientes. Ayuda a reducir:
 - Trabajos y procesos inútiles, casi inútiles, u obsoletos.
 - Duplicación, error, retrabajo, y ajustes.
 - Actividades imprecisas, no-confiabiles, nivel equívoco de detalle.
 - Actividades demasiado lentas, fuera de tiempo.
 - Costos altos de procesamiento, presupuesto pobre, mala asignación de repuestos.
- **Seguridad y Medio Ambiente:** El TPM contribuye a la seguridad de las empresas porque:
 - Los equipos con fallas son una fuente de peligro común, así que al trabajar para lograr la meta de Cero Pérdidas, las compañías mejoran también su seguridad.
 - La aplicación cabal de los principios de las 5S (como parte del Mantenimiento Autónomo) elimina las fugas y derrames y hace el lugar de trabajo más limpio, ordenado y bien organizado.
 - Los pilares de Mantenimiento Autónomo y Mejoras Enfocadas eliminan las áreas de riesgo.
 - Los operadores capacitados en TPM cuidan su propio equipo y son capaces de detectar mejor las anomalías en una etapa temprana y resolverlas adecuadamente.
 - Operadores sin calificaciones no operan o procesan el equipo, lo cual reduce los riesgos.
 - Los operadores asumen la responsabilidad de su propia salud y seguridad.
 - Se respetan mejor los estándares y regulaciones desarrollados en el programa TPM.

1.3.5 TPM en empresas de alimentos

(Giraldo Cardona)

Actualmente, según la obtención de información a partir de fuentes secundarias, hay 26 empresas ubicadas en Colombia, que han adelantado procesos de mejoramiento asociados con el TPM, de las cuales sólo hay 2 del sector alimentos ubicadas en el departamento de Antioquia, que son Iberoalimenticias y dentro del grupo Nacional de chocolates están: Zenú, Rica, Suizo, Noel, la Nacional de chocolates, y Colcafe.

1.3.6 Mantenimiento Autónomo

(Susuki, 1995)

Incluye cualquier actividad realizada por el departamento de producción relacionada con una función de mantenimiento y que pretenda mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de producción. Sus objetivos son:

- Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y chequeos diarios.
- Llevar el equipo a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada.
- Establecer las condiciones básicas para tener el equipo bien permanentemente.

PASO 1: Realizar Limpieza inicial

Consiste en eliminar el polvo y la suciedad del equipo para descubrir irregularidades tales como los ligeros defectos, fuentes de contaminación, lugares inaccesibles y fuentes de defectos de calidad. También busca eliminar los elementos innecesarios y raramente usados y simplificar el equipo.

PASO 2: Eliminar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles

Este paso busca reducir el tiempo dedicado a dejar en orden el equipo, eliminando las fuentes de polvo y suciedad, evitando la dispersión, y mejorando las partes que sean de limpieza, chequeo, lubricación, apretado o manipulación difíciles.

PASO 3: Establecer estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos

Se mejora la eficiencia del trabajo de inspección, introduciendo controles visuales y formulando estándares de trabajo que ayuden a mantener la limpieza, lubricación y apretado de pernos a niveles adecuados con mínimos tiempo y esfuerzo.

PASO 4: Realizar la inspección general del equipo

Se realiza capacitación a los operarios sobre técnicas de inspección con base en manuales; se pone en condición óptima a elementos individuales del equipo mediante la inspección general y se modifica el equipo para facilitar el chequeo.

PASO 5: Realizar inspecciones generales de los procesos

Se realiza capacitación a los operarios sobre los rendimientos de procesos, operaciones y ajustes; se debe enseñar el manejo de anomalías con el fin de mejorar la fiabilidad operacional y tener empleados competentes.

También busca impedir las duplicidades u omisiones en la inspección, incorporando a la inspección periódica de cada equipo estándares provisionales de inspección, limpieza y reposición del proceso entero o del área.

PASO 6: Mantenimiento Autónomo sistemático

Consiste en instaurar el mantenimiento de calidad y de seguridad estableciendo claros procedimientos y estándares.

Además, se establece un sistema de auto-gestión para mejorar el flujo en el lugar de trabajo, las piezas de repuesto, herramientas, trabajo en curso, productos finales, datos, etc.

PASO 7: Práctica plena de la autogestión

Se desarrollan actividades de mejora y se estandarizan de acuerdo con los objetivos y políticas; se reducen los costos, eliminando el desperdicio en los lugares de trabajo.

1.3.7 Mantenimiento Planificado

(Susuki, 1995)

El mantenimiento planificado se establece para lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y alcanzar la eficacia y la eficiencia en los costos.

PASO 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida

Actividades:

- Preparar o actualizar los registros de los equipos.
- Evaluar los equipos: Establecer criterios de evaluación, priorizar los equipos y seleccionar equipos y componentes para PM.
- Definir rangos de fallas
- Comprender la situación: medir número, frecuencia y severidad de los fallos y pequeñas paradas.
- Establecer objetivos de mantenimiento

PASO 2: Revertir el deterioro y corregir debilidades

Actividades:

- Establecer condiciones básicas, revertir el deterioro y abolir los entornos que causan deterioro acelerado (apoyar el mantenimiento autónomo).
- Poner en práctica actividades de mejora orientada para corregir debilidades y ampliar los periodos de vida.
- Tomar medidas para impedir la ocurrencia de fallos idénticos o similares.
- Introducir mejoras para reducir los fallos de proceso.

PASO 3: Crear un sistema de gestión de información

Actividades:

- Crear un sistema de gestión de datos de fallos.
- Crear un sistema de gestión del mantenimiento de equipos.
- Crear un sistema de gestión de presupuestos de equipos.
- Crear sistemas para controlar piezas de repuesto, planos, datos técnicos, etc.

PASO 4: Crear un sistema de Mantenimiento Periódico

Actividades:

- Preparación del mantenimiento periódico (Control de unidades de reserva, piezas de repuesto, instrumentos de medida, lubricantes, planos, datos técnicos, etc.)
- Preparar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento periódico
- Seleccionar equipos y componente a mantener, y formular un plan de mantenimiento.
- Preparar o actualizar estándares (de materiales, de trabajo, de inspección, etc.)
- Mejorar la eficiencia del mantenimiento con parada general y reforzar el control del trabajo subcontratado.

PASO 5: Crear un sistema de Mantenimiento Predictivo

Actividades:

- Introducir técnicas de diagnóstico de equipos (formar a diagnosticadores, comprar equipo de diagnóstico, etc.)
- Preparar diagrama de flujo del sistema de Mantenimiento Predictivo.
- Seleccionar equipo y componentes para Mantenimiento predictivo, y ampliar gradualmente el sistema.
- Desarrollar equipos y tecnologías de diagnóstico.

PASO 6: Evaluar el sistema de Mantenimiento Planificado

Actividades:

- Evaluar el sistema de Mantenimiento Planificado.
- Evaluar la mejora de la fiabilidad.
- Evaluar la mejora de la mantenibilidad.
- Evaluar los ahorros de costos.

1.3.8 Herramientas de Análisis

- **AMEF (Análisis de Modo y Falla)**

Es una metodología que identifica los modos de falla potenciales en un sistema, producto u operación de manufactura/ensambles causadas por deficiencia en los procesos de diseño o manufactura/ensamble. También identifica características de diseño o de proceso críticas o significativas que requieren controles especiales

para prevenir o detectar los modos de falla. AMEF es una herramienta utilizada para prevenir los problemas antes de que ocurran. (First Consulting Group)

- **Análisis P-M**

Es una técnica para analizar fenómenos tales como los fallos o defectos de proceso en función de sus principios físicos y para dilucidar los mecanismos de esos fenómenos en relación con los cuatro inputs de la producción (equipos, materiales, personas y métodos). Es una técnica apropiada para atacar las pérdidas crónicas. (Susuki, 1995)

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos del proyecto se realizarán las siguientes actividades:

Objetivo 1: Realizar un diagnóstico de la situación de tres PYMES del sector alimentos de la ciudad de Medellín que aún no implementan TPM, en cuanto a su productividad actual y calidad de sus productos.

Por medio de bases de datos se buscarán tres PYMES del sector alimentos de la ciudad de Medellín, donde aún no se cuente con la implementación de Mantenimiento Productivo Total. A su vez, se diseñará una encuesta que estará dividida en dos partes, la primera permitirá obtener la información necesaria para identificar la productividad actual y la calidad de los productos, la segunda parte, evaluará el grado de desarrollo de dos pilares del TPM en las tres PYMES seleccionadas.

Una vez identificadas las empresas, se llevará a cabo una visita a cada una de ellas, para realizar la aplicación de la encuesta diseñada. Por último, se recopilará toda la información y se levantará el diagnóstico general de la situación de las empresas seleccionadas en cuanto a productividad y calidad de los productos.

Objetivo 2: Identificar el estado actual de tres PYMES del sector de alimentos de la ciudad de Medellín en cuanto al nivel de aplicación de los pilares de TPM: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado”.

Se aplicará la segunda parte de la encuesta que permitirá identificar el estado actual de desarrollo de los pilares: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado”. Luego, se sistematizará la información y se levantará el diagnóstico general de la situación de las tres PYMES en cuanto al nivel de aplicación de estos dos pilares.

Objetivo 3: Definir las oportunidades de mejora correspondientes en las empresas analizadas, de acuerdo con el estado actual de aplicación de los pilares de TPM: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado”.

Se evaluará el estado de cada uno de los pilares analizados en las empresas seleccionadas, calificando su nivel de desarrollo. También, se determinará la brecha existente entre la práctica actual de las empresas y el estado ideal de los pilares.

Objetivo 4: Elaborar un plan de implementación de las oportunidades de mejora definidas.

Se definirán las actividades requeridas para implementar las diversas oportunidades de mejora. Se determinarán tiempos estimados de ejecución y los posibles responsables.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 INFORMACION ACERCA DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE ALIMENTOS

3.1.1 Diseño de la Investigación

Esta investigación se realiza a 3 PYMES del sector de alimentos de la ciudad de Medellín a través de una encuesta, mediante la cual se busca obtener información sobre el estado actual de las 3 empresas en lo relacionado a la implementación de dos pilares de TPM: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planeado” y a la productividad y calidad de sus productos.

3.1.2 Metodología

Se realizó una encuesta a 3 PYMES del sector de alimentos, con el objetivo de recolectar información de interés para el desarrollo de la investigación. La encuesta fue diseñada con preguntas tanto para los operarios como para las personas de los altos mandos, con el fin de evaluar ampliamente la productividad y los dos pilares de TPM: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planeado” en toda la empresa. La información obtenida en cada encuesta se tabuló con el fin de sacar datos estadísticos que sirvieron de punto de referencia para definir las actividades requeridas para implementar las diversas oportunidades de mejora en el sector.

3.1.3 Muestra

(Uni12)El método de muestreo no probabilístico que se utilizó fue el muestreo por cuotas, el cual consiste en fijar la cantidad de individuos que se desea que participen en la investigación, en este caso 3 y se eligen los individuos más "representativos" o "adecuados" para los fines de la investigación. Para elegir las empresas se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- **Manufactures del sector alimentos.**
- **Disponibilidad:** Empresas que estuvieran interesadas en colaborar con datos verídicos para su futuro análisis y resultados con oportunidades de mejora.
- **Empresas pequeñas:** Empresas que no tuvieran más de 20 empleados y que no tuvieran un programa estructurado de TPM en sus empresas.

Las empresas y personas encuestadas fueron las siguientes:

- **Empresa A:** Empresa dedicada a la fabricación y comercialización de salsas y vinagretas. Se encuestó al dueño de la empresa y una operaria del área de producción.
- **Empresa B:** Empresa dedicada a la fabricación y comercialización de pulpas y jugos naturales. Se encuestó al dueño de la empresa y una operaria del área de producción.
- **Empresa C:** Empresa dedicada a la fabricación y comercialización de miel pura. Se encuestó a dueño de la empresa y operario de producción.

3.1.4 Formato de la Encuesta:

Para facilitar la recolección y tabulación de la información, se han clasificado los pilares del TPM: “Mantenimiento Autónomo” y “Mantenimiento Planificado”, en variables; y sus respectivos pasos en subvariables, tal como se especifica en la Tabla 1. Ver también Anexo 1 Herramienta de Investigación.

Tabla 1 Variables y Subvariables.

Variable	Subvariable
Mantenimiento Autónomo	Paso 1: Realizar limpieza inicial.
	Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles.
	Paso 3: Establecer estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos.
	Paso 4: Realizar la inspección general del equipo.
	Paso 5: Realizar inspecciones generales de los procesos
	Paso 6: Mantenimiento autónomo sistemático
	Paso 7: Práctica plena de la auto-gestión
Variable	Subvariable
Mantenimiento Planificado	Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida
	Paso 2: Revertir el deterioro y corregir debilidades
	Paso 3: Crear un sistema de gestión de información
	Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico
	Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo
	Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planificado

3.1.5 Empresas del sector de alimentos seleccionadas:

Empresa A:

Empresa que nace en el año 2002 con el fin de elaborar todo tipo de salsas y vinagretas gourmet, y syrups preparados a base de frutas exóticas. Esta empresa se enfoca en varias líneas de negocio:

- **Línea Retail:** Esta línea de productos cuenta con diferentes aderezos gourmet, los cuales son elaborados por la empresa y pueden ser encontrados en los principales supermercados del país. Clientes: Carulla, Éxito y Carrefour.
- **Línea Institucional:** Esta línea se comporta como un proceso de outsourcing, donde los diferentes restaurantes tercerizan la producción de las salsas y se los delegan a esta empresa. Clientes: Frisby, sándwich Qbano y pizza 1969.
- **Línea Marcas Propias:** Esta línea, está enfocada en darle la posibilidad a los clientes de tener productos de excelente calidad bajo su propia marca sin tener que preocuparse por procesos productivos, es decir la empresa elabora todo el producto pero le pone la marca del cliente.
- **Línea Exportación:** Desde hace ya varios años, la empresa ha estado incursionando en el mercado internacional, en países como Suecia, Estados Unidos y Canadá.

Descripción del proceso productivo:

1. **Limpieza y Desinfección:** Se hace un proceso de escaldado a los vegetales y las frutas pasan por un proceso de lavado y desinfección antes de ser mezcladas con los demás ingredientes.
2. **Mezclado:** Se agregan todos los ingredientes a la marmita, de acuerdo a la cantidad especificada en las órdenes de producción.
3. **Calentamiento y Ebullición:** Dependiendo del tipo de salsa que se prepare, se debe llegar a una temperatura de cocción, ebullición y un tiempo de sostenimiento, para garantizar que no se desarrollen microorganismos que afectan la calidad de los productos.
4. **Envasado:** Es el proceso en el cual se empaca la salsa en la presentación requerida por el cliente.
5. **Etiquetado:** En este proceso, se coloca al envase la etiqueta que lleva la información general del producto, como la tabla nutricional de la salsa, ingredientes y conservación.
6. **Fechado:** En esta etapa se imprime por medio de láser la fecha de vencimiento, producción y lote de fabricación de la salsa.
7. **Empacado:** De acuerdo a las negociaciones con los clientes, se paletiza el producto para luego ser almacenado en la bodega.

Dentro de la empresa no permitieron tomar imágenes, pero sus principales máquinas son:



Marmita

Licuadora

Dosificadora

Video Jet

Empresa B:

Esta empresa está dedicada a la fabricación y comercialización de pulpas y bebidas naturales todas hechas a base de frutas.

Esta empresa se enfoca en dos líneas de negocios:

- **Línea Institucional:** Esta línea está enfocada en la distribución de sus productos a otras empresas del sector de alimentos, quienes utilizan las pulpas como materias primas en su proceso productivo.
- **Línea Restaurantes:** En esta línea están todos los productos que son vendidos a principales almacenes de cadena en la ciudad de Medellín.

El proceso productivo se puede ver en la Figura 1:



Figura 1 Descripción del proceso productivo Empresa B.

Dentro de la empresa no permitieron tomar imágenes, pero sus principales máquinas son:



**Despulpador
Frutas**



**Tanque de
frio**



**Envasadora-
Selladora**



Cava

Empresa C

Esta empresa está dedicada a la fabricación y distribución de miel pura a diferentes restaurantes y pequeñas empresas.

Su única línea de negocios es la institucional, ya que todos sus productos son distribuidos en sachets a restaurantes o en bidones a otras empresas del sector alimentos.

Descripción del proceso productivo:

- 1. Formulación de ingredientes:** La preparación de la miel es un proceso relativamente sencillo, ya que consiste solamente en mezclar azúcar y miel de abeja pura de acuerdo al porcentaje especificado en las órdenes de producción.
- 2. Ebullición:** Se mezclan los ingredientes en una marmita hasta que alcancen el punto de ebullición adecuado según la viscosidad deseada por el cliente.
- 3. Empacado:** En esta etapa se empaca la miel en el tipo de presentación acordada por el cliente, ya sean sachets, envases x 4000 gr, o en cuñetes.

Dentro de la empresa no permitieron tomar imágenes, pero sus principales máquinas son:



3.2 EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS EMPRESAS

3.2.1 Sistema de medición diseñado

Para identificar el grado de desarrollo de los dos pilares de la metodología Mantenimiento Productivo Total (TPM): Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado en las tres empresas encuestadas, se utilizará el siguiente sistema de medición:

1. Se aplicó un instrumento de medición, para evaluar el cumplimiento porcentual correspondiente a los pasos de cada pilar, en cada una de las tres empresas. Véase Anexo 1 Herramienta de Investigación.
2. Cada pilar está calificado en una escala de cumplimiento que va de 0% a 100%. A su vez, este 100%, está distribuido en los respectivos pasos de cada pilar. Esta distribución de porcentaje, se estableció al promediar criterios como: Impacto sobre la rentabilidad de la empresa, Reducción de las pérdidas propias de cada pilar y Mejoramiento en las condiciones de trabajo para las personas. Véase Anexo 2 Ponderación de porcentajes para los pasos de cada pilar.

En la Tabla 2 se muestra la ponderación final para cada paso, luego de haber promediado los criterios mencionados anteriormente.

Tabla 2 Tabla de porcentajes para los pasos de cada pilar.

Mantenimiento Autónomo		
Paso	Nombre	%
1	Realizar la limpieza inicial	4
2	Eliminar las fuentes de contaminación y puntos inaccesibles	7
3	Establecer estándares de limpieza e inspección	11
4	Realizar inspección general del equipo	14
5	Realizar la inspección general del proceso	18
6	Sistematizar el mantenimiento autónomo	21
7	Práctica plena de la autogestión	25
Mantenimiento Planificado		
1	Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida	7
2	Revertir el deterioro y corregir debilidades	8
3	Crear un sistema de gestión de información	10
4	Crear un sistema de mantenimiento periódico	14
5	Crear un sistema de mantenimiento predictivo	20
6	Evaluar el sistema de mantenimiento planificado	41

3. Cada paso, tiene asociadas a su vez, una serie de preguntas, a las cuales se les dio un nivel de participación del 100% y el porcentaje para cada pregunta fue establecido al promediar criterios como: Impacto sobre la rentabilidad de la empresa, Reducción de las pérdidas propias de cada pilar y Mejoramiento en las condiciones de trabajo para las personas.

Metodología de valoración por tipo de preguntas:

Es importante aclarar, que la herramienta de investigación fue diseñada con tres tipos de preguntas, y de acuerdo a esto, se implementa una escala diferente de valoración, para las diferentes respuestas.

- **Preguntas con escala de Calificación:** Este tipo de preguntas califica de 1 a 7 el nivel de desempeño o grado de satisfacción en cuanto algún aspecto (Indicador, Metodología u Objetivos). Se asignó a cada nivel (1 a 7) un porcentaje de cumplimiento ascendente siendo 14 el valor más bajo y 100 el más alto. Para asignar el respectivo porcentaje, se promediaron criterios como: Eficacia del aspecto (Indicador, Metodología, Objetivos) e impacto sobre la productividad en los procesos.

En la Tabla 3 se muestra la ponderación final para cada nivel, luego de haber promediado los criterios mencionados anteriormente.

Tabla 3 Tabla con porcentajes para preguntas con escala de valoración.

	Tipo de Respuesta	Valoración
1	Muy bajo nivel de desempeño o muy bajo nivel de satisfacción.	14%
2	Bajo nivel de desempeño o bajo nivel de satisfacción.	29%
3	Nivel medio bajo de desempeño o nivel medio bajo de satisfacción.	43%
4	Nivel medio de desempeño o nivel medio de satisfacción.	57%
5	Nivel medio alto de desempeño o nivel medio alto de satisfacción.	71%
6	Alto nivel de desempeño o alto nivel de satisfacción.	86%
7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.	100%

Nota: Vale la pena resaltar que cuando la empresa no desarrolla la metodología, los indicadores u objetivos, la valoración es cero.

- **Preguntas Si/No:** Para este tipo de preguntas se asignó 100% cuando la respuesta es Sí y 0% cuando la respuesta es No. Véase Tabla 4

Tabla 4 Tabla con porcentajes de valoración para preguntas Si/No.

Respuesta	Valor
Si	100%
No	0

- **Preguntas de selección múltiple:** Hay preguntas en la que todas las respuestas son viables, sin embargo, dependiendo del tema al que haga alusión la pregunta, hay una respuesta que es más acertada, que las demás. De acuerdo con lo anterior, la respuesta más acertada obtiene el 100% de cumplimiento de la pregunta, por su parte, la respuesta menos acertada, obtiene el porcentaje menor.

En la Tabla 5, se ilustra un ejemplo de pregunta de selección múltiple, en donde se observa que en una empresa, la manera más acertada para seleccionar los equipos que requieren inspección periódica es por las condiciones de las máquinas, por esto su porcentaje es del 100%, en cambio escoger los equipos por la vida útil de sus componentes es viable, pero no la manera más apropiado de hacerlo, por esto su porcentaje es del 20%.

Tabla 5 Tabla con ejemplo de porcentajes para preguntas de selección múltiple.

%	Pregunta: La empresa selecciona cuales son los equipos que requieren inspección periódica, de acuerdo a:	Empresa A	Empresa B	Empresa C
10	a. Un requisito de ley exigible para un equipo			
100	b. Las condiciones de la máquina		X	
85	c. Su importancia en el proceso	X		X
20	d. Por la vida útil de sus componentes			
10	e. Otro, Cual?			

A continuación, se mostrará el procedimiento que se llevó a cabo para tabular las respuestas de la encuesta y definir el nivel de cumplimiento de los diferentes pasos, en las tres empresas.

Proceso para calcular el nivel del cumplimiento logrado por las tres empresas:

1. Identificar las respuestas de cada empresa, de acuerdo con los indicadores asociados. Véase Tabla 6 y Anexo 3.

Tabla 6 Tabulación de encuestas de acuerdo con los indicadores asociados.

Número en el instrumento	%	Pregunta	Empresa a	Empresa b	Empresa c	(%) Nivel de cumplimiento
45	15	- La empresa cuenta con una hoja de vida por equipo, en la cual se registren entre otros aspectos:				
		30 a. Especificaciones técnicas de diseño	Si	Si	No	-
		40 b. Fechas de realización de operaciones de mantenimiento programado, preventivo o de reparación	Si	No	No	-
		30 c. El resultado obtenido al haber realizado dichas operaciones	Si	No	No	-
46	5	- Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con la hoja de vida por equipo.	3	2	N.A	-

2. De acuerdo al tipo de pregunta, se le aplica el respectivo porcentaje y finalmente se hace una ponderación para saber el valor del nivel de cumplimiento, así:
 - La pregunta 45, es de tipo Si/No, y la pregunta 46 es una pregunta con escala de calificación, de acuerdo a la metodología de valoración por tipo de pregunta, mencionada anteriormente, se empieza a asignar los porcentajes correspondientes a cada respuesta. Es decir, se coloca 100% donde se tabuló un Si y un 0% donde aparezca un No, de la misma manera, en la calificación dada por la empresa A en la pregunta 46, se reemplaza el 3 por su equivalente: 43%.
 - Para calcular el Nivel de cumplimiento, se promedian por columna los resultados de cada empresa, siguiendo las ponderaciones definidas para cada indicador. Por ejemplo para la empresa b: $100 * 0,3 + 0 * 0,4 + 0 * 0,3 = 30$. Luego, los puntajes anteriores se promedian: $(100 + 30 + 0)/3 = 65 \%$.
 - *Por último, el valor anterior se multiplica por la ponderación de la pregunta: $0.65 * 15 = 9,75 \%$. Véase Tabla 7.*

Tabla 7 Cálculo del Nivel de Cumplimiento de las preguntas en los dos pilares del TPM.

Número en el instrumento	%	Pregunta	Empresa a	Empresa b	Empresa c	(%) Nivel de cumplimiento
45	15	- La empresa cuenta con una hoja de vida por equipo, en la cual se registren entre otros aspectos:	100	30	0	6.50
		30 a. Especificaciones técnicas de diseño	100	100	0	-
		40 b. Fechas de realización de operaciones de mantenimiento programado, preventivo o de reparación	100	0	0	-
		30 c. El resultado obtenido al haber realizado dichas operaciones	100	0	0	-
46	5	- Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con la hoja de vida por equipo.	43	29	0	1.20

3. Para determinar el nivel de cumplimiento por cada paso, se suman los niveles de cumplimiento de todas las preguntas asociadas con ese paso. En la Tabla 8 se registra el nivel de cumplimiento de las preguntas correspondientes al paso 1 del Pilar Mantenimiento Planificado.

Luego de sumar los niveles de cumplimiento, se multiplican el total de la suma (21.27%) por 7 %, el cual corresponde a la ponderación asignada al paso en el pilar. De ésta forma, se obtiene un resultado de $0,2127 \times 7 = 1,4849$ %, que hace referencia al nivel de cumplimiento del paso en el pilar.

Véase Anexo 4 Resultados y puntajes obtenidos.

Tabla 8 Nivel de cumplimiento de las preguntas correspondientes al paso 1.

Paso	Pregunta	Nivel de cumplimiento de las 3 empresas	% Pilar	Cumplimiento total (%)
1	45	6.50	7%	1.49
	46	1.20		
	47	5.00		
	48	0.00		
	49	0.95		
	50	1.67		
	51	0.95		
	52	0.00		
	53	0.00		
	54	0.00		
	55	0.00		
	56	5.00		
	Total	21.27		

4. Por último se determina el nivel del cumplimiento del pilar, sumando los niveles de cumplimiento de cada uno de sus pasos. En la Tabla 9 y Tabla 10, se puede ver que el nivel de cumplimiento de Mantenimiento Autónomo es de 61.33% y de Mantenimiento Planificado es de 19.47%.

Tabla 9 Nivel de cumplimiento del Pilar: Mantenimiento Autónomo.

Paso	Cumplimiento total (%)
1	3.55
2	4.04
3	2.96
4	10.66
5	6.99
6	12.3
7	20.83
Total Mant. Autónomo	61.33

Tabla 10 Nivel de cumplimiento del Pilar: Mantenimiento Planeado.

Paso	Cumplimiento total (%)
1	1.49
2	4.65
3	2.91
4	6.15
5	4.27
6	0.00
Total Mant. Planificado	19.47

3.2.2 Análisis Cuantitativo

Para medir el nivel de cumplimiento de los pasos de los dos pilares objeto de estudio en las tres empresas del sector de alimentos encuestadas, se creó un rango que clasifica en alto, medio o bajo, los datos obtenidos en la herramienta de investigación.

- **Alto:** 78%-100%
- **Medio:** 46%-77%
- **Bajo:** 0-45%

Mantenimiento Autónomo

Paso 1: Realizar limpieza Inicial

Este paso se encuentra en un nivel alto. En general, las empresas realizan capacitación a sus operarios sobre las fuentes de contaminación, la eliminación del polvo y la suciedad en los equipos y la manera como se deben tratar las fuentes de contaminación y puntos difíciles de inspeccionar. Sin embargo, dentro de las propuestas de mejora para la metodología de capacitación implementada en las empresas, se encuentra la necesidad de profundizar en el conocimiento técnico de los equipos en las distintas áreas de producción.

Total porcentaje alcanzado para el paso 1: 88.82%

Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles

Este paso se encuentra en un nivel medio. Según las respuestas a las preguntas relacionadas con este paso, se brinda capacitación a los operarios acerca de la lubricación en los equipos y el apretado de pernos, pero se necesita mayor habilidad para la identificación y eliminación de lugares inaccesibles.

Total porcentaje alcanzado para el paso 2: 57.67%

Paso 3: Establecer estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos

Este paso se encuentra en un nivel bajo. En general, las empresas hacen hincapié en que no se capacita a los operarios en el chequeo diario de los estándares para el mantenimiento básico de los equipos y no tienen implementado controles visuales que permitan la fácil inspección de las máquinas.

Total porcentaje alcanzado para el paso 3: 26.90%

Paso 4: Realizar la inspección general del equipo

Este paso se encuentra en un nivel medio. Según la apreciación de las empresas encuestadas, hace falta utilizar formatos LUP (Lección de un punto) para enseñar a los operarios acerca de la estructura y funciones de su equipo, además se implementa un programa de capacitación muy básico sobre la apropiada inspección general de los equipos.

Total porcentaje alcanzado para el paso 4: 76.17%

Paso 5: Realizar inspecciones generales de los procesos

Este paso se encuentra en un nivel bajo. Aunque los operarios identifiquen fácilmente los riesgos generados que afectan la seguridad de las personas en los diferentes procesos, necesitan ser capacitados para conocer e identificar el efecto de los materiales sobre el desempeño del equipo y de las características del producto terminado.

Total porcentaje alcanzado para el paso 5: 38.82%

Paso 6: Mantenimiento autónomo sistemático:

Este paso se encuentra en un nivel medio. De acuerdo a las opiniones en las diferentes empresas, no se brinda a los operarios manuales de mantenimiento de calidad que sistematicen la relación entre equipos y especificaciones de calidad del producto.

Total porcentaje alcanzado para el paso 6: 58.55%

Paso 7: Práctica plena de la autogestión

Este paso se encuentra en un nivel alto. Según la apreciación de las empresas, se definen mejoras y los correspondientes estándares para reducir costos eliminando los desperdicios en el proceso (puestos de trabajo), y se capacita a los operarios en el análisis de los indicadores relacionados con su desempeño en su respectivo trabajo.

Total porcentaje alcanzado para el paso 7: 83.33%

En la siguiente tabla se muestra, de acuerdo con la percepción de las personas encuestadas, el resultado total de la implementación del pilar de Mantenimiento Autónomo en las empresas objeto de estudio. El cumplimiento es del 61.33%, por lo tanto se encuentra en un nivel medio de implementación. Véase Tabla 11

Tabla 11 Porcentaje de implementación del Mantenimiento Autónomo en PYMES encuestadas.

Paso	Nivel de cumplimiento de las 3 empresas	% Pilar	Cumplimiento total (%)
1	88.82	4	3.55
2	57.67	7	4.04
3	26.90	11	2.96
4	76.17	14	10.66
5	38.82	18	6.99
6	58.55	21	12.30
7	83.33	25	20.83
Total Mantenimiento Autónomo		100	61.33

Mantenimiento Planificado

Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida

Este paso se encuentra en un nivel bajo. Teniendo en cuenta las respuestas a las preguntas asociadas a este paso, las empresas encuestadas sí cuentan con una hoja de vida por equipo, pero no se actualiza constantemente; no tienen alguna metodología que permita clasificar las fallas en un rango de escala, ni que permita seleccionar equipos a ser analizados bajo TPM, y por ultimo no se han establecido objetivos relacionados con la gestión de mantenimiento en la empresa.

Total porcentaje alcanzado para el paso 1: 21.27%

Paso 2: Revertir el deterioro y corregir debilidades

Este paso se encuentra en un nivel medio. Aunque las empresas atienden cualquier deterioro o irregularidad informada por el operario, no implementan técnicas como AMEF, análisis P-M o RCM para evitar la repetición de fallas y mejorar la fiabilidad de los equipos.

Total porcentaje alcanzado para el paso 2: 58.10%

Paso 3: Crear un sistema de gestión de información

Este paso se encuentra en un nivel bajo. Según los datos de las encuestas realizadas, las empresas no han implementado un sistema informatizado de manejo de fallas que permita llevar un registro de datos históricos, para analizar posibles tendencias de las fallas que se presentan comúnmente en los equipos. Tampoco se cuenta con un sistema que les permita calcular stocks periódicos de piezas de repuesto y materiales ni totalizar el presupuesto para el área de mantenimiento.

Total porcentaje alcanzado para el paso 3: 29.13%

Paso 4: Crear un sistema de Mantenimiento Periódico

Este paso se encuentra en un nivel bajo. Según los datos recopilados, las empresas encuestadas no implementan una metodología definida para el mantenimiento periódico en las máquinas, ni forman técnicos que monitoreen las actividades que corresponden a dicho mantenimiento.

Total porcentaje alcanzado para el paso 4: 43.95%

Paso 5: Crear un sistema de Mantenimiento Predictivo

Este paso se encuentra en un nivel bajo. Según las empresas encuestadas, no se forma al talento humano de mantenimiento en técnicas de diagnóstico para el mantenimiento predictivo, ni se identifica y adquieren los equipos necesarios para dichas técnicas de diagnóstico.

Total porcentaje alcanzado para el paso 5: 21.37%

Paso 6: Evaluar el sistema de Mantenimiento Planificado

Este paso se encuentra en un nivel bajo. Inclusive, como las empresas encuestadas no tienen implementado un programa de mantenimiento bien establecido, no se pueden analizar los beneficios y logros que se alcanzan cuando sí se implementa.

Total porcentaje alcanzado para el paso 6: 0.00%

En la siguiente tabla se muestra, de acuerdo con la percepción de las personas encuestadas, el resultado total de la implementación del pilar de Mantenimiento Planificado en las empresas objeto de estudio. El cumplimiento es del 19.47%, por lo tanto se encuentra en un nivel bajo de implementación. Véase Tabla 12.

Tabla 12 Porcentaje de implementación de Mantenimiento Planificado en PYMES encuestadas.

Paso	Nivel de cumplimiento de las 3 empresas	% Pilar	Cumplimiento total (%)
1	21.27	7	1.49
2	58.10	8	4.65
3	29.13	10	2.91
4	43.95	14	6.15
5	21.37	20	4.27
6	0.00	41	0.00
Total Mantenimiento Planificado		100	19.47

3.3 ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO

Según los datos arrojados por la encuesta, se puede concluir que las PYMES del sector alimentos aún no tienen bien implementados programas que garanticen que el mantenimiento sea una herramienta necesaria para reducir los costos y garantizar una alta productividad. También se puede resaltar, que en los objetivos que son planteados por los directivos de las PYMES, nunca se toman en cuenta, metas para la disminución de tiempos muertos relacionados con las fallas mecánicas en las máquinas, ni se decide invertir en la capacitación de personal para atender y prevenir dichas fallas.

Es por esto que al evaluar los pilares de Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado y obtener un porcentaje tan bajo de implementación en las empresas encuestadas, se plantea como una oportunidad general de mejora, proponer para los respectivos pasos de cada pilar, actividades integrales de fácil ejecución, consiguiendo así, que cualquier empresa que los desea desarrollar, obtenga una guía para el incremento de la utilización de sus máquinas y equipos.

Cabe anotar, que con dicha propuesta, lo que se busca es orientar y mostrar ejemplos de actividades que se pueden realizar para cumplir cada paso, más no el diseño completo de la implementación de dichos pilares, ya que para esto se requiere un estudio más profundo de la organización y se debe tener en cuenta otros aspectos que no se contemplan en esta investigación.

Por último, se expondrá un caso hipotético, de una empresa del sector de alimentos, con ciertas variables que nos servirán como datos para las actividades que se van a proponer para cada pilar, de acuerdo a los resultados obtenidos en las entrevistas descritas anteriormente.

Descripción de caso hipotético:

Se tomará como caso hipotético, una empresa pequeña dedicada a la fabricación de salsas que cuenta con tres áreas dentro del departamento de producción: Producción, Envasado y Etiquetado. Las máquinas que se utilizan son: dos marmitas, una dosificadora, una video Jet, dos licuadoras, una selladora y una etiquetadora.

La empresa tiene un servicio de outsourcing para el mantenimiento de la dosificadora y fechadora y para las marmitas no tienen ningún servicio de personal experto cuando presenta averías.

Se trabaja por baches, es decir, un bache es el producto que sale de una de las dos marmitas y cada bache al ser envasado pasa al área de etiquetado en canastillas.

El producto dependiendo de los requerimientos del cliente es envasado en Pet x 4000, 1000, 300 gr; en envases de vidrio o en bolsas metalizadas.

En un turno normal de trabajo, es decir un turno de ocho horas, se producen en promedio 1730 unidades. La empresa cuenta con 20 empleados.

3.3.1 Productividad y Calidad en empresas encuestadas

- **Medición de Productividad:** Se analiza en la Tabla 14 la productividad de las empresas, con los datos de las tres primeras preguntas de la encuesta.

Para interpretar los porcentajes obtenidos, tanto en la productividad como en la calidad de los productos se utilizarán los rangos de la Tabla 13.

Tabla 13 Rangos para interpretación de porcentajes de Productividad y Calidad.

Rango	Nivel
0 a 30	Nivel bajo.
30 a 50	Nivel medio bajo.
50 a 70	Nivel medio
70 a 80	Nivel medio alto.
80 a 100	Nivel alto.

Tabla 14 Análisis de productividad en empresas encuestadas.

	EMPRESA			DISTRIBUCIÓN %		VALOR INDICADOR			PROMEDIO	Valoración			Promedio	Promedio
				SI	NO	EMPRESA				Desempeño			Desempeño	(% Desempeño)
	A	B	C			A	B	C		A	B	C		
FU	SI	NO	SI	0.67	0.33	0.81	-	0.7	0.76	6	0	7	4	0.62
FE	SI	NO	SI	0.67	0.33	0.86	-	0.7	0.78	6	0	7	4	0.62
FD	SI	SI	SI	1	0	0.05	0.03	0.05	0.04	7	7	7	7	1
Promedio				0.78	0.22								5	0.75

a) Porcentaje de existencia promedio de cada indicador:

Indicador	%	Nivel
Factor de Utilización	67%	Nivel medio
Factor de Eficiencia	67%	Nivel medio
Factor de Desperdicio	100%	Nivel alto

b) Porcentaje de existencia promedio de indicadores (Global): En promedio, los indicadores de Factor de utilización, Factor de eficiencia y Factor de Desperdicio, son utilizados en el 78% de las empresas, que hace referencia a un nivel medio alto de implementación.

c) Valor promedio de cada indicador: Como no se cuenta con información, que permita realizar un comparativo con empresas del sector que tienen altos niveles de productividad, no se puede medir el nivel en que se encuentra cada indicador. Sin embargo se recomienda el establecimiento de objetivos que busquen maximizar los indicadores Factor de Utilización y Factor de Eficiencia, a valores cercanos a 100% y minimizar el porcentaje de factor de desperdicio para que tienda a 0%

Indicador	%
Factor de Utilización	76%
Factor de Eficiencia	78%
Factor de Desperdicio	4%

Los siguientes indicadores están relacionados con la calificación del desempeño del indicador en una escala de 1 a 7, así:

Escala	Nivel
1	Muy bajo nivel de desempeño o muy bajo nivel de satisfacción.
2	Bajo nivel de desempeño o bajo nivel de satisfacción.
3	Nivel medio bajo de desempeño o nivel medio bajo de satisfacción.
4	Nivel medio de desempeño o nivel medio de satisfacción.
5	Nivel medio alto de desempeño o nivel medio alto de satisfacción.
6	Alto nivel de desempeño o alto nivel de satisfacción.
7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.

d) Desempeño indicador por empresa:

Empresa A	Valor	Desempeño del Indicador
Factor de Utilización	6	Alto nivel de desempeño o alto nivel de de satisfacción
Factor de Eficiencia	6	Alto nivel de desempeño o alto nivel de de satisfacción
Factor de Desperdicio	7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.

Empresa B	Valor	Desempeño del Indicador
Factor de Utilización	N.A	-
Factor de Eficiencia	N.A	-
Factor de Desperdicio	7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.

Empresa C	Valor	Desempeño del Indicador
Factor de Utilización	7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.
Factor de Eficiencia	7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.
Factor de Desperdicio	7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.

e) Desempeño indicador a nivel promedio: Se puede concluir que de todos los indicadores utilizados en las empresas encuestadas, el Factor de desperdicio es el que mejor desempeño y nivel de satisfacción tiene.

Indicador	Valor promedio	Desempeño del Indicador
Factor de Utilización	4	Nivel medio de desempeño o nivel medio de satisfacción
Factor de Eficiencia	4	Nivel medio de desempeño o nivel medio de satisfacción
Factor de Desperdicio	7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.

f) Desempeño indicador a nivel porcentual:

Indicador	Valor promedio	Nivel
Factor de Utilización	62%	Nivel medio
Factor de Eficiencia	62%	Nivel medio
Factor de Desperdicio	100%	Nivel alto

g) Desempeño de indicadores a nivel promedio: El desempeño promedio es 5, es decir, existe un nivel medio alto de desempeño o un nivel medio alto de satisfacción con los tres indicadores en las empresas.

- **Medición de Calidad:** Se analiza en la Tabla 15 la calidad de los productos en las empresas, con los datos de las preguntas 4 a 8 de la encuesta.

Tabla 15 Análisis de la calidad de los productos en las empresas encuestadas.

	EMPRESA			DISTRIBUCIÓN %		CALIFICACION			PROMEDIO	Valoración			Promedio	Promedio
				SI	NO	EMPRESA				Desempeño			Desempeño	(% Desempeño)
	A	B	C			A	B	C		A	B	C		
% RPP	SI	SI	SI	1.00	0.00	0.055	0.03	0.03	0.04	7	7	7	7.00	1.00
% RPT	SI	SI	SI	1.00	0.00	0.01	0.01	-	0.01	7	7	0	5.00	0.67
%DC	SI	NO	SI	0.67	0.33	0.02	0.0003	0.05	0.02	6	7	7	7.00	0.95
Promedio				0.89	0.11								6.00	0.87

Los indicadores que se midieron son los siguientes:

% RPP	% de Rechazos como producto en proceso
% RPT	% de Rechazos como producto terminado
%DC	% de Devoluciones por parte del cliente

a) Porcentaje de existencia promedio de cada indicador:

Indicador	%	Nivel
%RPP	100%	Nivel alto
% RPT	100%	Nivel alto
% DC	67%	Nivel medio

b) Porcentaje de existencia promedio de indicadores (Global): En promedio, los indicadores de % RPP, % RPT y % DC son utilizados en el 89% de las empresas, que hace referencia a un nivel alto de implementación.

c) Valor promedio de cada indicador: Como no se cuenta con información, que permita realizar un comparativo con empresas del sector que tienen altos niveles de calidad en sus productos, no se puede medir el nivel en que se encuentra cada indicador. Sin embargo se recomienda el establecimiento de objetivos que busquen minimizar los tres indicadores (% RPP, % RPT, % DC) gradualmente para que tiendan a 0%.

Estos objetivos están condicionados por las expectativas que tenga la empresa, por la disponibilidad de recursos y por la inversión que estuviera dispuesta hacer los dueños del capital en proyectos de mejora.

Indicador	%
%RPP	4%
% RPT	1%
% DC	2%

d) Desempeño indicador a nivel promedio: Se puede concluir que de todos los indicadores utilizados en las empresas encuestadas, el Factor de desperdicio es el que mejor desempeño y nivel de satisfacción tiene.

Indicador	Valor promedio	Desempeño del Indicador
%RPP	7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.
% RPT	5	Nivel medio alto de desempeño o nivel medio alto de satisfacción
% DC	7	Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.

e) Desempeño indicador a nivel porcentual:

Indicador	Valor promedio	Nivel
%RPP	100%	Nivel alto
% RPT	67%	Nivel medio
% DC	95%	Nivel alto

f) Desempeño de indicadores a nivel promedio: El desempeño promedio es 6, es decir, existe un alto nivel de desempeño o un alto nivel de satisfacción con los tres indicadores en las empresas.

De acuerdo a la pregunta 7 de la encuesta, se puede decir que ninguna empresa se encuentra certificada bajo ISO 9001.

3.3.2 Mantenimiento Autónomo

A continuación se detalla un cronograma con el tiempo que se estima sea necesario para llevar a cabo las actividades en cada paso de este pilar. Véase Figura 2.

Este plan, debe ser supervisado por el departamento de producción, ya que el Mantenimiento Autónomo está relacionado con todas las actividades de esta área que pretendan mantener la planta operando eficientemente con el propósito de satisfacer los planes de producción.

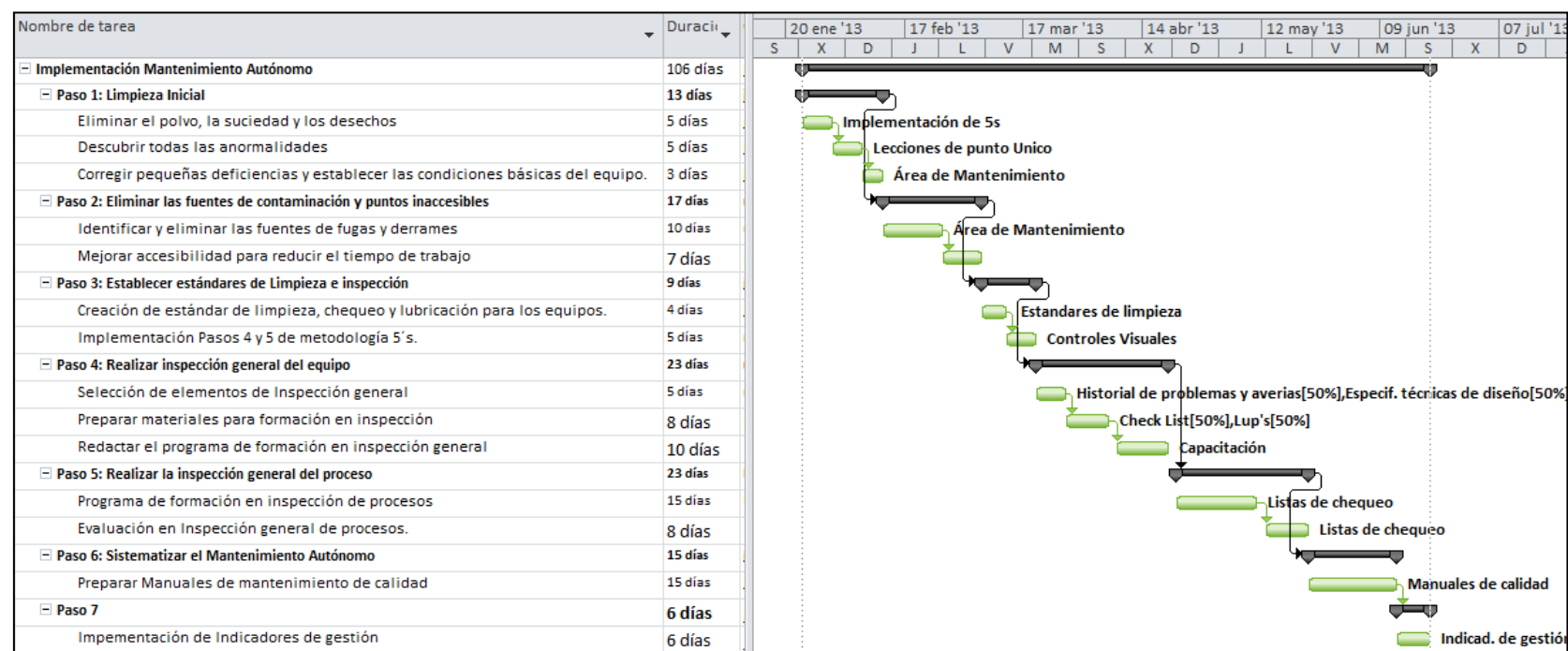


Figura 2 Cronograma de actividades para Mantenimiento Autónomo.

Paso 1: Limpieza inicial

El principal objetivo de este paso es elevar la fiabilidad del equipo a través de tres actividades:

- Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos
- Descubrir todas las anomalías
- Corregir las pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo.

Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos:

El objetivo de este paso consiste en lograr que los operarios comprendan la importancia de mantener limpia su área de trabajo, y conozcan los problemas que originan la contaminación. Además, con la práctica, los operarios se familiarizan con sus máquinas y garantizan las condiciones óptimas para mantener permanentemente el equipo en buen estado.

Para lograrlo se propone implementar 5's, ya que es un método que busca lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente, mejorando el entorno laboral y consiguiendo una mayor productividad. Este método consta de 5 pasos (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina), las primeras 3s nos ayudan con el Paso 1: Limpieza inicial, las otras dos se abordarán en el Paso 3: Establecer estándares de Limpieza e inspección.

- 1. Clasificar – Seiri (Separar innecesarios):** El objetivo es identificar elementos innecesarios en los puestos de trabajo mediante listas de elementos innecesarios y tarjetas de color.

Lista de elementos necesarios: Esta lista permite registrar los elementos requeridos, su ubicación, y la cantidad necesitada. La Figura 3 es un ejemplo de instructivo donde se muestra a los operarios del área de envasado las herramientas que deben estar presentes en determinado bache de producción. Por ejemplo, el instructivo indica que si en la sección se encuentran envasando el producto AAAAA, deben usar como desinfectante hipoclorito, solo deben tener 80 envases de Pet x 1000 gr y 120 envases de Pet x 290 gr, 12 canastillas para guardar el producto que pasará al área de etiquetado y así mismo, el instructivo también señala cuáles son las máquinas necesarias para envasar este producto.

FORMATO ORDEN DE ENVASADO.		CÓDIGO:	
BPM		FO-016-03-CAL	
		Página 1 de 1	

Producto: AAAAA Lote: 0103110 Kilos: 115

DATOS LAVADO DE ENVASES.			
Persona que lavó envases	Felipe Pérez	Tipo de desinfectante	<u>Hipoclorito</u>

Producción Final Teórica		Unidades reales			Máquinas necesarias	Firma persona
UND a Envasar	Tipo Envase	UND Envasadas	Peso mínimo	Peso máximo		
80	x <u>Envase Pet x 1000 gr</u>	80			<u>Dosificadora</u> x	xxx
120	x <u>Envase Pet x 290 gr</u>	118			<u>Pesa Industrial</u> x	xxx
					Selladora por Inducción	<u>Liner de torque</u>

CONTROL UNIDADES ENVASADAS			
de canastillas Envase 1	<u>8</u>	Unidades por canastilla Envase 1	<u>10</u>
de canastillas Envase 2	<u>4</u>	Unidades por canastilla Envase 2	<u>30</u>
Unidades sueltas		Unidades malas	
Reprocesos		Temperatura de envasado	

OBSERVACIONES:

Figura 3 Lista elementos necesarios.

Tarjetas de color: (En La Figura 4 se muestra una representación de tarjeta de color). Sirven para mostrar que en el sitio de trabajo hay algún elemento innecesario, como por ejemplo, envases de comida, un delantal encima de alguna máquina o un número mayor de herramientas de las especificadas en la lista de

elementos necesarios para los puesto de trabajo. Se recomienda emplear tarjetas de colores llamativos, para que resalten a la vista de cualquier operario.

Una vez que sean encontradas estas tarjetas, se van registrando, por ejemplo en el campo: Observaciones del instructivo de la Figura 3, para luego proceder a realizar reuniones de seguimiento en donde se toman decisiones sobre qué hacer con el objeto encontrado, ya sea guardarlo en un sitio, eliminarlo si ya no es útil o moverlo para otro lugar. Con el tiempo de haber utilizado las tarjetas de color, los mismos operarios van desarrollando criterios propios para decidir qué hacer con los objetos registrados, reduciendo así, el número de reuniones de los supervisores y jefes de áreas.

TARJETA VERDE		
NOMBRE DEL ARTÍCULO:		TARJETA N° 001
CATEGORIA	1. Maquinaria averiada u obsoleta	5. Inventario en proceso
	2. Accesorios y herramientas	6. Equipo de oficina
	3. Instrumentos de medición	7. Papelería
	4. Materia Prima	8. Productos de limpieza
FECHA:	LOCALIZACIÓN:	ÁREA:
RAZON	1. No se necesita	4. Material de desperdicio
	2. Defectuoso	5. Contaminante
	3. No se necesita pronto	6. Otra: _____
CONSIDERACIONES ESPECIALES DE ALMACENAJE:		
Frágil _____	Ventilación especial _____	Explosivo _____
Ambiente a _____ °C	Máxima altura _____ cajas	Otra: _____
ELABORADA POR		DEPARTAMENTO O ÁREA
FORMA DE DESECHO:		
Depositar a la basura _____	Regresar a proveedor int. o ext. _____	Mover a otro lugar _____
OBSERVACIONES:		

Fuente: (Gestiopolis)

Figura 4 Tarjeta de color para elementos innecesarios.

2. **Ordenar - Seiton (Situar necesarios):** Luego de saber qué elementos son necesarios, se deben organizar de tal manera que se puedan encontrar con facilidad. Para lograrlo se recomiendan los mapas 5s y los controles visuales.

Mapas 5s: Es un gráfico que busca crear recordación en los operarios del lugar de los elementos de trabajo que a diario utilizan, con el fin de que puedan encontrar fácilmente aquellas herramientas que usan con frecuencia y ser ordenados en sus respectivos puestos de trabajo. También permite señalar el espacio por zonas, para tener una idea clara del flujo del producto. La Figura 5 es un ejemplo del mapa para el área de producción simulada.

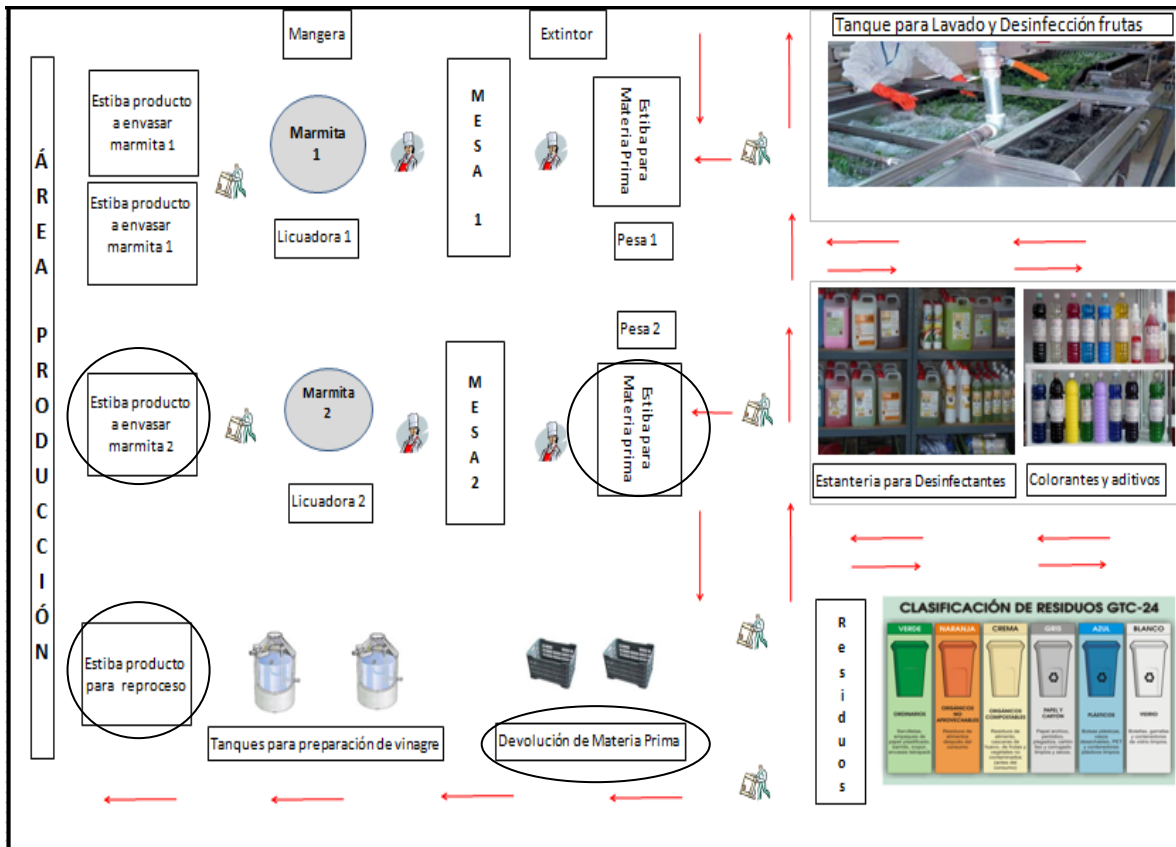
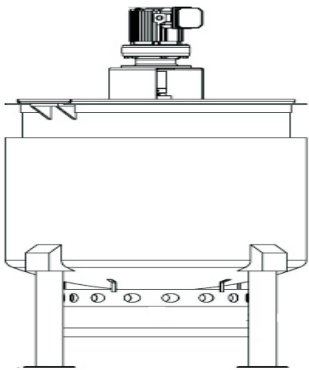

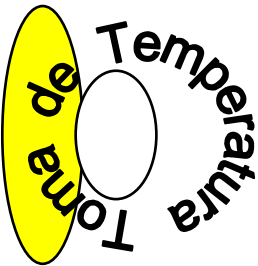
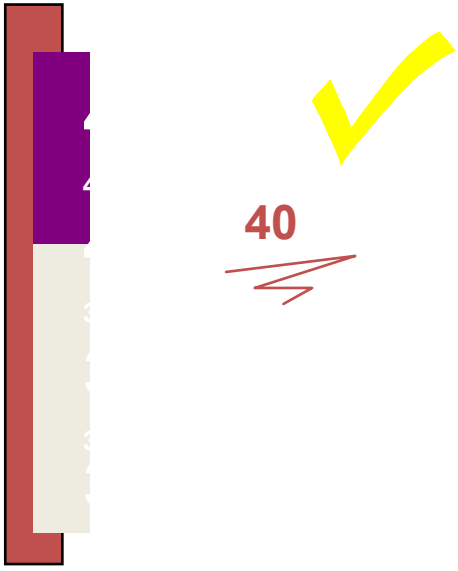


Figura 5 Mapa 5s para el área de producción.

Controles Visuales: Más adelante se abordará este tema con más profundidad en las máquinas, por ahora sólo se mostrará su uso en los puestos de trabajo. Un control visual sirve para detectar de manera rápida donde ubicar, por ejemplo, los productos defectuosos, las devoluciones, el producto terminado. En el mapa de 5s hay algunos ejemplos de controles visuales, señalados con círculos; sin embargo, en la Figura 6 hay otros ejemplos de controles visuales que podrían usarse para la marmita y la dosificadora, que como fue aclarado al principio, se abordarán e implementarán con mayor detalle más adelante.

 <p>Marmita. Capacidad 115 kl.</p>	 <p>Dosificadora. Capacidad 40Lts.</p>
<p>Toma de Temperatura</p> 	<p>Stickers en forma de Temperatura:</p>  <p>Este control visual indica, por ejemplo, el rango adecuado para envasar el producto.</p>

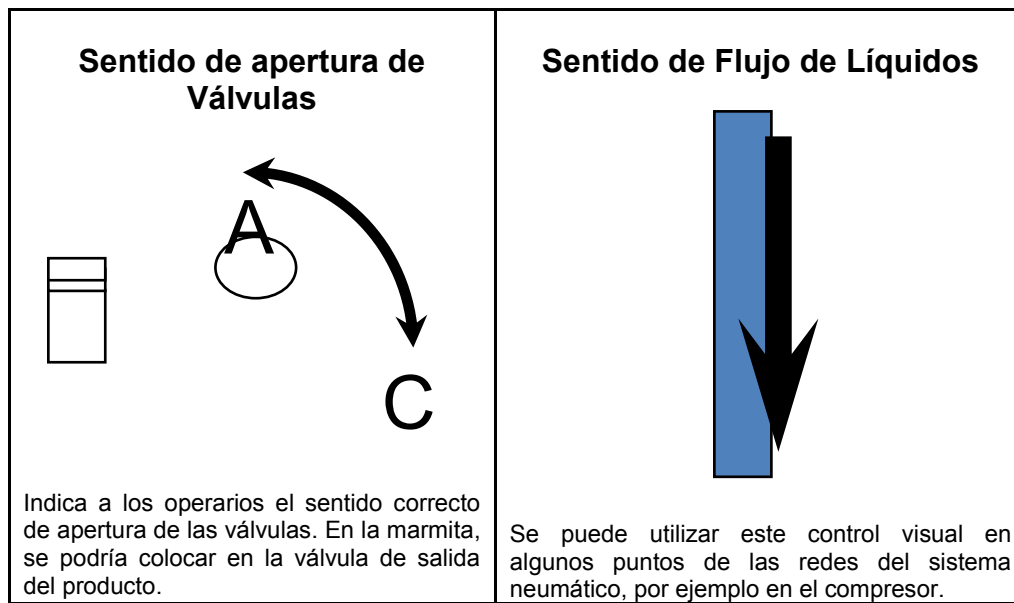


Figura 6 Controles visuales en los equipos.

3. **Limpiar Seiso- (Suprimir suciedad):** Una vez se tienen los puestos de trabajo organizados, se procede a enseñar a los operarios la limpieza en sus máquinas. Como la idea es que los operarios conozcan los equipos que están operando, es recomendable diseñar primero, mapas de seguridad y segundo Instructivos para la limpieza de los equipos.

Mapas de Seguridad: Los mapas de seguridad para los equipos, son diagramas o dibujos en los cuales se describen y señalan claramente los componentes del equipo que tienen un potencial riesgo en seguridad, pero que tienen sus dispositivos de protección.

El mapa sirve para dar información de las fuentes de alimentación y los elementos de seguridad de la máquina para las personas y los dispositivos de seguridad para el mismo equipo, de una forma muy visible la Figura 7 y la Figura 8, son ejemplo de los mapas de seguridad para la marmita y la dosificadora.

		
		
Fuentes de alimentación y sus riesgos (Letras)	Dispositivos de seguridad del equipo para la persona	Dispositivos de seguridad para el Equipo (Números)
A. Eléctrica (110): Electrocución, por cables expuestos o corto circuitos.	No hay ningún tipo de seguridad del equipo para la persona.	1. Swiche de arranque y paro.
B. Por Red de Gas: Explosión, por posibles fugas de gas.		2. Caja de Breaker y térmicos.
		3. Válvula de alivio del aceite.

Figura 7 Mapa de seguridad para Marmita.






		
		
Fuentes de alimentación y sus riesgos (Letras)	Dispositivos de seguridad del equipo para la persona	Dispositivos de seguridad para el Equipo (Números)
A. Eléctrica (110): Electrocución, por cables expuestos o corto circuitos.	No hay ningún tipo de seguridad del equipo para la persona.	1. Swiche de arranque y paro.
B. Neumática (Compresor).		2. Caja de Breaker y térmicos.

Figura 8 Mapa de seguridad para Dosificadora.

Instructivos para limpieza de los equipos: Se recomienda realizar instructivos donde se especifique a los operarios de manera clara, que partes de los equipos se deben limpiar y bajo qué condiciones, mostrándoles además, los productos que se deben aplicar a cada parte de las máquina y su respectivo porcentaje de concentración. La Figura 9 y la Figura 10 son ejemplos de instructivos para la limpieza de la marmita y la dosificadora, por su parte la Tabla 16 muestra el procedimiento para preparar los detergentes y desinfectantes.



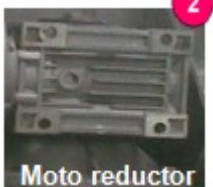








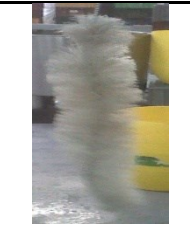

				
				
Parte	Procedimiento de Limpieza			Elementos
1	1. Revisar que el equipo esté desconectado.			
	2. Quitar polvo acumulado con cepillo de cerdas o brocha.			
	3. Pasar paño limpiador húmedo.			
2	1. Revisar que el equipo esté desconectado.			
	2. Quitar polvo acumulado con cepillo de cerdas o brocha.			
	3. Pasar paño limpiador húmedo.			
3	1. Revisar que el equipo esté desconectado.			
	2. Desmontar las aspas del eje.			
	3. Aplicar Detergente (Preparar según Instructivo).			
	4. Enjuagar con agua a presión.			
	5. Sumergir en Desinfectante por 10 min (Preparar según Instructivo).			
	6. Secar al ambiente.			
4	1. Revisar que esté desconectado el equipo.			
	2. Remover los residuos sólidos.			
	3. Aplicar Detergente con esponja sintética (Preparar según Instructivo).			
	4. Enjuagar con agua a presión.			
	5. Realizar aspersión del desinfectante sobre el equipo (Preparar según Instructivo).			
5	1. Revisar que esté desconectado el equipo.			
	2. Desmontar boquilla de la tubería de salida.			
	3. Sumergir cepillo de alambre en Detergente (Preparar según Instructivo).			
	4. Limpiar con cepillo de alambre la boquilla y la tubería.			
	5. Sumergir boquilla en Desinfectante por 10 min (Preparar según Instructivo).			
	6. Secar al ambiente.			
6	1. Revisar que esté desconectado el equipo.			
	2. Pasar paño limpiador húmedo.			

Figura 9 Instructivo para limpieza de Marmita.

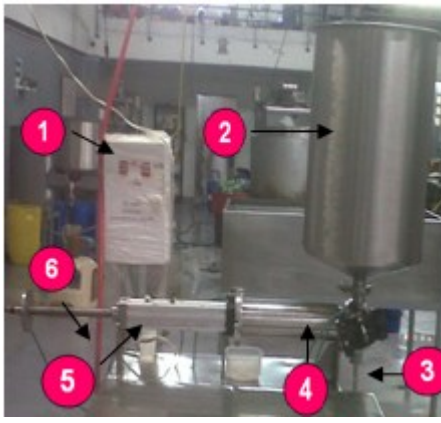












					
					
Parte	Procedimiento de Limpieza			Elementos	
1	1. Revisar que el equipo esté desconectado. 2. Pasar paño limpiador húmedo.				
2	1. Revisar que el equipo esté desconectado. 2. Quitar chapola (Estrella A). 3. Quitar abrazadera (Sostenida por la chapola). 4. Quitar tornillos con llave T10. (Estrella C) 5. Sacar Tolva y aplicar Detergente con esponja sintética (Preparar según Instructivo). 6. Enjuagar con agua a presión. 7. Realizar aspersión del desinfectante sobre el equipo (Preparar según Instructivo).				
3	1. Revisar que el equipo esté desconectado. 3. Desmontar boquilla de salida. 4. Aplicar Detergente con esponja sintética (Preparar según Instructivo). 5. Enjuagar con agua a presión. 6. Sumergir boquilla en desinfectante por 10 minutos (Preparar según Instructivo). 7. Secar al ambiente.				
4	1. Verificar que no esté en funcionamiento el equipo. 2. Pasar paño limpiador húmedo.				
5	1. Verificar que no esté en funcionamiento el equipo. 2. Quitar los dos sensores de proximidad ubicados en el pistón (Estrella D). 3. Pasar paño limpiador húmedo.				
6	1. Pasar paño limpiador húmedo, para quitar polvo y limpiar purga para evitar la acumulación de residuos del aire y del agua que es filtrada.				

Figura 10 Instructivo para limpieza de Dosificadora.

Tabla 16 Instructivo para preparar Detergentes y Desinfectantes.

TIPO DE SOLUCION	NOMBRE DEL PRODUCTO	USO	DOSIFICACION		%	CONCENTRACIÓN PPM	TIEMPO DE CONTACTO	ENJUAGUE		DOSIS DE CHOQUE	ROTACION	COMO SE APLICA	FRECUENCIA	RESPONSABLE
			AGUA	PRODUCTO				SI	NO					
DETERGENTE	JABON NEUTRO LIQUIDO	Paredes	1 litro	20 ml	0.5 %	300 ppm	NO APLICA	X		No aplica	No aplica	Esponja y limpiones	Antes y después del Proceso.	Operario encargado.
		Pisos	1 Litro	12 ml	1.2 %	120 ppm						Limpiones, esponjas, traperas, cepillos y escobillones.		
		Equipos, superficies y utensilios	10 litro	120 ml	1.2 %	120 ppm						Limpiones, esponjas, cepillos y escobillones.		
DESINFECTANTES	SANICHLOR	Paredes	1 Litro	2 ml	0.2 %	200 ppm	5 minutos		x	No aplica	No aplica	Aplicación con Limpión	Antes y después del Proceso.	Operario encargado.
		Pisos										Trapera		
		Envases y Tapas										Inmersión		
		Blanqueamiento de superficies.	1 Litro	4 ml	0.4 %	400 ppm	10 minutos	x		No aplica	No aplica	Inmersión	Antes y después del Proceso	Operario encargado
	LIDECUAT (amonio cuaternario)	Equipos, superficies y utensilios	1 Litro	5 ml	0.5 %	500 pm	10 minutos		x	x	Semana 1 y 2	Inmersión	Antes y después del proceso	Operario encargado
		Ambiente	1 Litro	2.5 ml	0.25 %	250 ppm	10 minutos		x	x	Semana 1, 2 y 3	Aspersión	Antes y después del proceso	Operario encargado
	ANTIBACTERIAL	Manos	No aplica	Un push	0.3 %	3000 ppm	Permanente	x		No aplica	No aplica	No aplica	Cada vez que se cambie de actividad	Todo personal laborando.

Segunda parte de la Tabla 16

TIPO DE SOLUCION	NOMBRE DEL PRODUCTO	USO	DOSIFICACION		%	CONCENTRACIÓN PPM	TIEMPO DE CONTACTO	ENJUAGUE		DOSIS DE CHOQUE	ROTACION	COMO SE APLICA	FRECUENCIA	RESPONSABLE
			Agua	Producto				Si	No					
DESINFECTANTES	DIOXY-SAN (dióxido de cloro)	Ambiente	1 Litro	3 ml	0.3 %	30 ppm	Permanente		x	x	Semana 4	Aspersión	Producción: C/2h	Operario encargado
													Envasado: C/2h	
													Etiquetado: al inicio y al final de la producción	
	DESIPER	Ambiente	1 Litro	1 ml	0.1 %	150 ppm	Permanente		x	x	Semana 4	Aspersión	Producción: C/2h	Operario encargado
													Envasado: C/2h	
													Etiquetado: al inicio y al final de la producción	
		Frutas y verduras	1 Litro	1 ml	0.1 %	150 ppm	10-15 minutos		x	No aplica	No aplica	Inmersión	Cada vez que se procesan frutas o verduras frescas	Operario encargado

Descubrir todas las anomalías:

A través de la práctica de la limpieza profunda de los equipos, los operarios encuentran irregularidades ocultas que si no se atienden rápidamente, se pueden derivar en otros problemas. (Susuki, 1995).

Las actividades que se realizan en este punto son:

- Capacitación a los operarios sobre el tipo de anomalías en los equipos.
- Implementación de técnicas para señalar las anomalías donde ocurren.

Capacitación sobre el tipo de anomalías en los equipos:

Como primer paso, se debe enseñar a los operarios qué tipo de anomalías se pueden presentar en sus máquinas, para que aprendan a detectarlas y participen con ideas de mejora para corregirlas. Es muy útil desarrollar lecciones de punto único, ya que son hojas con diagramas simples que sirven para entrenar a los operarios de manera rápida sobre un tema en específico. Véase Figura 11 y Figura 12

Las lecciones de un punto deben ser construidas por las personas encargadas de orientar la capacitación, pero posteriormente se realiza la debida capacitación a los operarios de los temas que se tratan en ella.









HOJA DE LECCIÓN DE PUNTO ÚNICO			
Elemento:	<u>Marmita</u>	Número:	<u>BN-51</u>
Fecha de Preparación:	<u>11 de mayo 2012</u>	Preparado por:	<u>Alba</u>
Tema:	<u>Tipo de anomalías</u>	Aprobado:	<u>Catalina</u>
TIPOS DE ANORMALIDADES EN LA MARMITA			
1. PEQUEÑAS DEFICIENCIAS:			
1.1 Vibración:	1.2 Sobre calentamiento por quemadores:	1.3 Corrosión:	
			
En tornillo del eje de las aspas.	En ambos lados de la marmita	En paredes de marmita.	
2. INCUMPLIMIENTO CONDICIONES BÁSICAS:			
2.1 No hay indicación del nivel correcto de aceite:			
			
No se tiene un control visual de la cantidad de aceite en el motoreductor.			
3. PUNTOS INACCESIBLES:			
3.1 Limpieza:		3.2 Posición de la entrada de lubricante:	
			
Tubería de salida del producto		No es visible la entrada de lubricante	
4. FOCOS DE CONTAMINACIÓN:			
			
Derrame de aceite por el tubo de alivio o despresurización.			

Figura 11 Hoja de lección de un punto para anomalías en la Marmita.

HOJA DE LECCIÓN DE PUNTO ÚNICO			
Elemento:	Dosificadora	Número:	BM-51
Fecha de Preparación:	11 de mayo 2012	Preparado por:	Alba
Tema:	Tipo de anomalías	Aprobado:	Catalina
TIPOS DE ANORMALIDADES EN LA DOSIFICADORA			
1. PEQUEÑAS DEFICIENCIAS:		2. INCUMPLIMIENTO CONDICIONES BÁSICAS:	
1.1 Desgaste		2.1 No hay indicación del nivel correcto de aceite	
			
Hay desgaste del Empack		No hay control visual en la fuente de mantenimiento.	
3. PUNTOS INACCESIBLES:			
3.1 Limpieza		3.2 Apretado de pernos	
			
Boquilla de salida del producto.		Tornillo situado debajo del cilindro neumático	
4. FOCOS DE CONTAMINACIÓN:			
4.1 Producto			
			
Hay derrame del producto entre el Cilindro neumático y el Cilindro dosificador.			

Figura 12 Hoja de lección de un punto para anomalías en Dosificadora.

Implementación de técnicas para señalar las anomalías donde ocurren:

Como segundo paso, se deben aplicar técnicas para señalar donde ocurren las anomalías, para que todos puedan ver lo que sucede y participar en las actividades de mejora. Por ejemplo, se pueden usar tarjetas que indiquen qué se ha encontrado, quién lo encontró, y la naturaleza del problema. “Se emplean tarjetas blancas o verdes para los problemas que los operarios pueden manejar por sí solos, y rojas para los que debe tratar el departamento de mantenimiento”. (Susuki, 1995). Véase Figura 13.

TPM

Mantenimiento Autónomo

LUGAR DE ANORMALIDAD

Equipo modelo: _____

Número Control: _____

Fecha: _____

Encontrado por: _____

Descripción: _____

Una esta tarjeta al equipo

Figura 13 Tarjeta blanca para señalar anomalías.

Corregir las pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo:

Es importante elevar la fiabilidad del equipo estableciendo sus condiciones básicas. Es por esto que una vez los operarios conocen las diferentes anomalías en sus equipos, se debe empezar a corregir las deficiencias pequeñas que estén a su alcance, o notificar al departamento de mantenimiento si se trata de un daño grave que requiera de personal experto. (Susuki, 1995).

Las actividades que se realizan en este punto son:

- Corrección de pequeñas deficiencias en los equipos.
- Establecimiento de las condiciones básicas de los equipos: Lubricación y Apretado.
- Descubrir puntos peligros y formar para prevenir accidentes.

Corrección de pequeñas deficiencias:

El objetivo de este paso, es establecer las condiciones básicas de los equipos, pero, para lograrlo se debe primero detectar las pequeñas deficiencias en los equipos y corregirlas. La Tabla 17y la Tabla 18 muestran las deficiencias encontradas en la Marmita y la Dosificadora, junto con las posibles soluciones para corregirlas.

Tabla 17 Propuestas de mejora para corregir deficiencias en la Marmita.


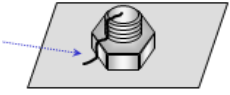





PEQUEÑAS DEFICIENCIAS	SOLUCIÓN
<p>1.Vibración en tornillo del eje de las aspas</p> 	<p>Como la vibración es causada por el motor de la marmita, la mejor solución sería colocar un control visual que permita marcar el apriete correcto de la tuerca en el eje de la aspa, de esta manera, los operarios se darían cuenta si hay aflojamiento y tomarían las acciones necesarias para reparar la deficiencia.</p> 
PEQUEÑAS DEFICIENCIAS	SOLUCIÓN
<p>2.Sobrecalentamiento por quemadores</p> 	<p>Por los quemadores o sopletes de la marmita, se desprende un vapor caliente del gas y esto no permite a los operarios acercarse al equipo, lo anterior sugiere colocar una lámina deflectora que no permita la concentración del calor y proteja al operario de posibles quemaduras al utilizar la marmita.</p> 
PEQUEÑAS DEFICIENCIAS	SOLUCIÓN
<p>3.Corrosión</p> 	<p>Se presenta corrosión en todo el exterior de la marmita. Si no se detiene, podría causar el deterioro acelerado del equipo, debido a que en empresas del sector de alimentos, se deben lavar continuamente los equipos para evitar contaminaciones cruzadas en los productos. Según recomendación de ingenieros de alimentos, para este tipo de empresas, es recomendable usar pinturas anticorrosivas, ya que son ideales para proteger los metales de la corrosión atmosférica.</p>

Tabla 18 Propuesta de mejora para corregir deficiencia en la Dosificadora.

PEQUEÑAS DEFICIENCIAS	SOLUCIÓN
<p>1.Desgaste</p> 	<p>Hay desgaste del empack que se encuentra dentro del cilindro dosificador, lo que ocasiona el derrame del producto entre el cilindro neumático y el cilindro dosificador. Para solucionar esta deficiencia, se propone tomar la medida del diámetro del cilindro dosificador para lograr que el empack sea más ajustado entre el pistón y el inyector.</p> 

Establecimiento de las condiciones básicas de los equipos: Lubricación y Apretado.

Una vez se han corregido las pequeñas deficiencias, se procede a garantizar las condiciones básicas (Lubricación y Apretado) para elevar la fiabilidad de los equipos.

El término condiciones básicas de los equipos, hace referencia a “las condiciones mínimas para mantener en funcionamiento los equipos”. (Susuki, 1995).

Lubricación:

Se debe enseñar a los operarios por medio de lecciones de punto único, las partes de los equipos que se deben lubricar y la importancia de hacerlo, para asegurar no solo el funcionamiento eficiente mediante la prevención del desgaste, sino también para la reducción de fricción entre las piezas. Véase Figura 14 y Figura 15

También, se debe corregir el incumplimiento de las condiciones básicas en los equipos, relacionadas con la lubricación. Véase Tabla 19.

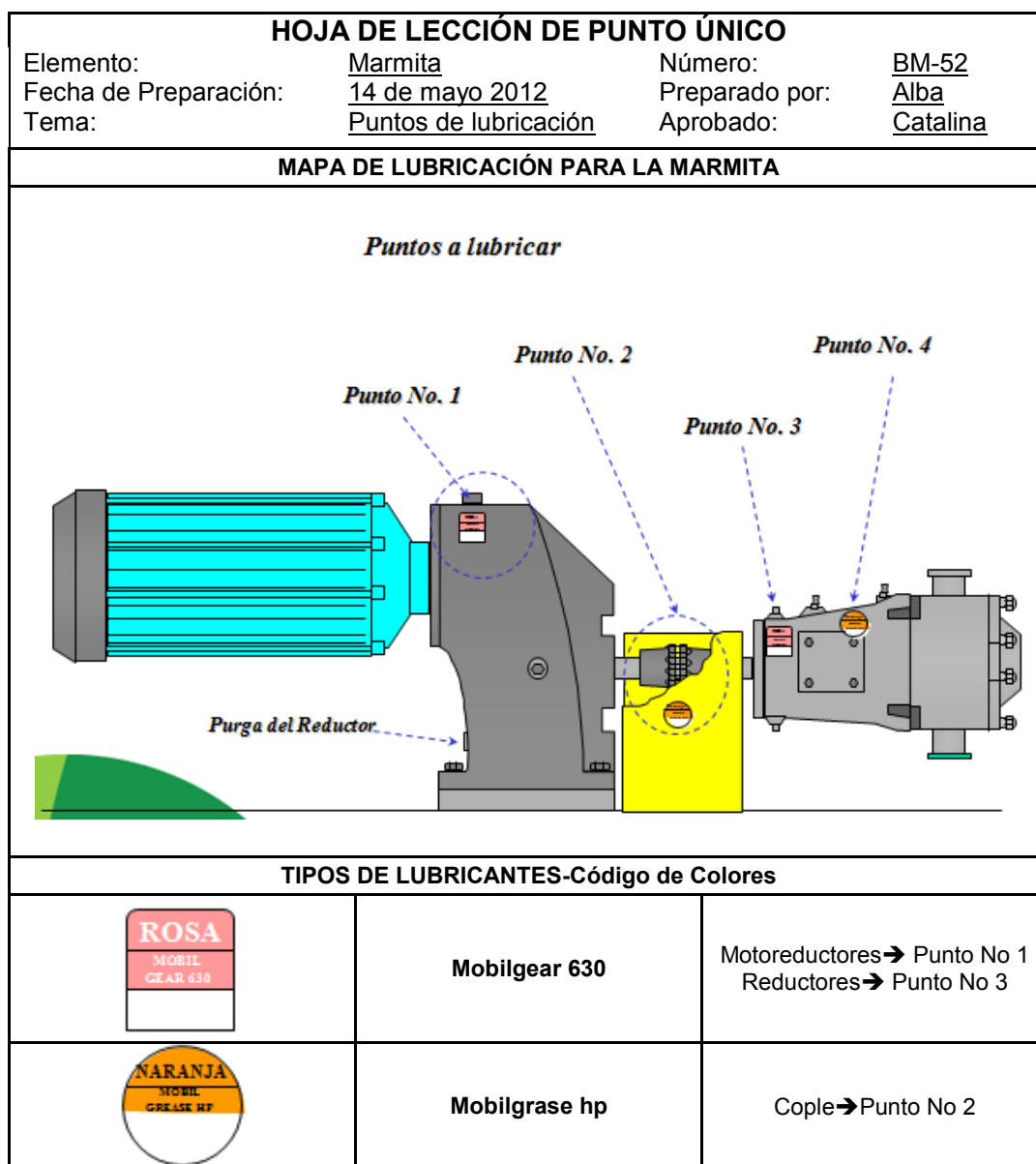


Figura 14 Mapa de lubricación para la Marmita.

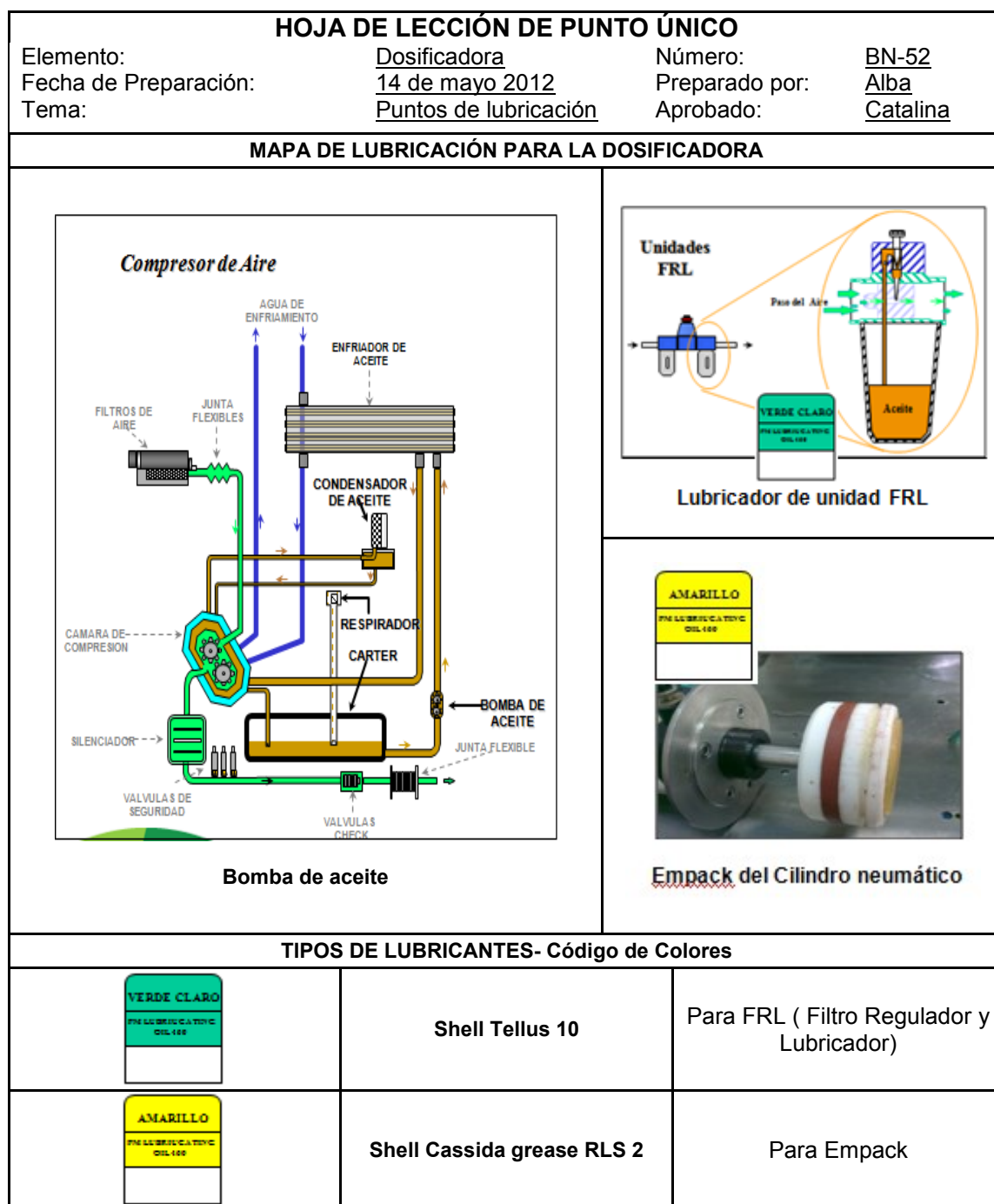






Figura 15 Mapa de lubricación para Dosificadora.

Tabla 19 Incumplimiento de las condiciones básicas en los equipos, relacionadas con la Lubricación.

PROBLEMA MARMITA	SOLUCIÓN				
<p>1. No hay indicación del nivel de aceite en Motoreductor.</p> 	<p>En el Motoreductor no se tiene un control visual de la cantidad de aceite con la que se está trabajando, por esto es recomendable colocar un visor o lente que permita saber el rango sugerido de aceite que debe tener la marmita para su buen funcionamiento. Si la empresa no desea implementarlo, se recomienda utilizar un aceite sintético, ya que este tiene mayor durabilidad y no necesita ser cambiado constantemente.</p>  <table border="1"> <tr> <td>Color Verde</td><td>Nivel Correcto</td></tr> <tr> <td>Color Rojo</td><td>Daños a las partes Internas</td></tr> </table>	Color Verde	Nivel Correcto	Color Rojo	Daños a las partes Internas
Color Verde	Nivel Correcto				
Color Rojo	Daños a las partes Internas				
PROBLEMA DOSIFICADORA	SOLUCIÓN				
<p>2. No hay indicación del nivel correcto de aceite en FRL.</p> 	<p>En el FRL, el lubricador no tiene un control visual que indique la cantidad requerida para el buen funcionamiento de la dosificadora, por esto es recomendable colocar una marca del nivel correcto de aceite que sea visible para todos los operarios.</p>  <table border="1"> <tr> <td>Color Verde</td><td>Nivel Correcto</td></tr> <tr> <td>Color Rojo</td><td>Daños a las partes Internas</td></tr> </table>	Color Verde	Nivel Correcto	Color Rojo	Daños a las partes Internas
Color Verde	Nivel Correcto				
Color Rojo	Daños a las partes Internas				

Apretado:

Se debe enseñar a los operarios, la ubicación de todas las tuercas, pernos y tornillos en los equipos. También, el apriete correcto para evitar que los elementos de unión estén flojos y provoquen vibraciones o desgaste. Véase Tabla 20 y Tabla 21.

Tabla 20 Tuercas y pernos en la Marmita.









Motoreductor	Eje de Aspas
	
Se debe usar llave T12	Se debe usar llave tubular 8mm

Tabla 21 Tuercas y pernos en la Dosificadora.

Sensores de Proximidad	Unión pistón y cilindro dosificador
	
Cilindro Neumático	Tolva
	
Cilindro con Placa para paso del producto	Parte posterior cilindro neumático
	

Descubrir puntos peligrosos y formar para prevenir accidentes.

Las actividades que se realizan en el Paso 1 del Mantenimiento Autónomo: Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos, Descubrimiento de anomalías, Corrección de pequeñas deficiencias y Establecimiento de las condiciones básicas del equipo, requieren medidas y procedimientos de seguridad que busquen mantener cero incidentes y accidentes en la planta. La Tabla 22 contiene una serie de recomendaciones para la limpieza de la Dosificadora y la Marmita.

Tabla 22 Acciones para prevenir accidentes en la limpieza de los equipos.

Proteger motor del agua	Proteger swiche del agua
	
Desconectar equipos de corriente electrica y verificar que no haya cables con su parte metálica (conductor) descubierta.	Apagar marmita para limpiar aspas
	
Usar guantes para preparar desinfectantes y detergentes.	Usar gafas para limpieza y lubricación de dosificadora.
	
No doblar mangueras del compresor, puesto que la presión del aire puede ocasionar roturas.	Usar botas de seguridad industrial, debido a que el piso de la planta se mantiene húmedo.
	

Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y puntos inaccesibles

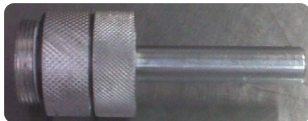


Una vez los operarios hayan realizado la limpieza inicial y detectado anomalías en el equipo, deben proponer mejoras eficaces para controlar las fugas, derrames y otras fuentes de contaminación y evitar el deterioro de todos los lugares inaccesibles, para disminuir el tiempo en sus actividades de limpieza diarias.

En la Tabla 23 y en la Tabla 24, se muestra alternativas para mejorar la accesibilidad y para eliminar las fuentes de fugas y derrames en La Marmita y en La Dosificadora.

Tabla 23 Lugares Inaccesibles y Fuentes de contaminación en la Marmita.

PARTE DEL EQUIPO	SOLUCIÓN
<p>1.Tubería de salida del producto</p> 	<p>Muchas veces es difícil limpiar esta área no sólo por encontrarse cerca a los quemadores de la marmita, sino también por su estructura en forma de "L" y más cuando el producto que se está preparando es demasiado viscoso o contiene frutas o vegetales en trozos.</p> <p>Como solución se recomienda utilizar los mismos cepillos de alambre, pero se deberían mandar a hacer con la misma longitud de la tubería de salida y más flexibles, ya que los que se utilizan son pequeños y rígidos y los operarios tienen que hacer un gran esfuerzo para alcanzar a limpiar la tubería en su integralidad.</p> 
<p>2.Derrame de aceite por tubo de alivio o despresurización</p> 	<p>Cuando al aceite le cae agua, se genera presión, por lo tanto el tubo de alivio no permite que haya explosión al evacuar el exceso de aceite. El tubo que tiene la marmita, es una fuente de contaminación, ya que todo el producto que sale cae al suelo, y al ser aceite puede poner en riesgo la vida de los operarios porque el piso se vuelve resbaladizo, además se ensucia la marmita y todo el puesto de trabajo.</p> <p>Para que esto no pase, se propone colocar un recipiente con visor de acrílico al finalizar el tubo para que en él caiga todo el aceite, y al finalizar el día se limpiaría, evitando que se acumule el aceite y llegue al tope del recipiente.</p> 

Tabla 24 Lugares Inaccesibles y Fuentes de contaminación en la Dosificadora.

PARTE DEL EQUIPO	SOLUCIÓN
<p>1.Boquilla de salida del producto</p> 	<p>Cuando los operarios realizan las actividades de limpieza en la dosificadora, se demoran mucho tiempo sacando los residuos de las paredes de la boquilla que no alcanzan a eliminarse con el detergente ni el desinfectante.</p> <p>Una solución para disminuir los tiempos de limpieza es utilizar un cepillo de alambre delgado que permita quitar los residuos de la parte de menor diámetro de la boquilla. El cepillo se observa enseguida:</p> 
<p>2.Tornillo en la parte posterior del cilindro neumático</p> 	<p>Cuando los operarios realizan los chequeos periódicos en el cilindro neumático de la dosificadora, tienen dificultad quitando el tornillo que está ubicado en la parte posterior del equipo.</p> <p>Una solución, es reemplazar el tornillo por uno más largo que permita que el operario pueda quitarlo sin necesidad de meterse debajo de cilindro neumático.</p>

Paso 3: Establecer estándares de limpieza e inspección

El objetivo del paso 3, es desarrollar en los operarios la habilidad de mantener las condiciones básicas, preparando estándares y listas de chequeo, que permitan una inspección correcta y sin omisiones de sus equipos.

Las actividades que se realizarán en este paso son:

- Creación de estándar de limpieza, chequeo y lubricación para los equipos.
- Implementación Pasos 4 y 5 de metodología 5's.

Creación de estándar de limpieza, chequeo y lubricación para los equipos:

La Figura 16 y la Figura 17, son estándares de limpieza, chequeo y lubricación para la Marmita y la Dosificadora. Al utilizar los estándares en las tareas del Mantenimiento Autónomo, se disminuyen los tiempos de limpieza e inspección en los equipos, ya que se especifica exactamente a los operarios los puntos clave de chequeo, cuál es el estado ideal o condiciones básicas en las que se debe de encontrar cada parte del equipo y que hacer en caso anormal.

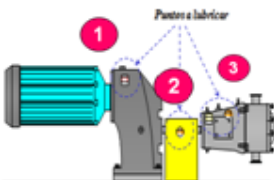
TPM	ESTANDAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (Limpieza, chequeo y lubricación)						Grupo:	Sprinter	Preparado:	15/05/2012					
							Líder:	Alba Ruiz	Revisado:	24/05/2012					
	Localización:	CCR	Equipo:	Marmita			Tarjeta n:	MA-6810-40							
	Chequeo a través de la limpieza														
	Pieza	Estado ideal	Método		Herramienta		Acción en caso anormal	Tiempo (min)	Intervalo				Resp.		
	1 Motor	No suciedad	Limpiar				Reparar defectos	5	D	S	M	A	Luis		
	2.Reductor	No derrame de aceite/sin suciedad		Limpiar			Reparar defectos	5		x			Luis		
	3.Aspas	No ruido inusual, no suciedad		Limpiar			Revisar tornillo del eje	10	x				Marisol		
	3.1Tornillo del eje	Apretado hasta la marca		-			Apretar o reemplazar	3	x				Marisol		
	4.Tanque de cocción	No suciedad/ No corrosión.		Limpiar			Pintar corrosión.	10	x				Marisol		
	4.1Tubo de alivio	No derrame de aceite/sin suciedad		Limpiar			Informar a supervisor	3	x				Marisol		
	5.Tubería de salida del pdto	No suciedad/ sin taponamiento.		Limpiar			Reparar defectos	5	x				Marisol		
	6.Swiche	Sin suciedad		Limpiar		-	Informar a supervisor	3	x				Marisol		
	Tiempo requerido (min)							44							
	LUBRICACIÓN														
	Punto de engrase	Tipo de lubricación	Cantidad lubricante	Método	Herramienta		Tiempo (min)	Intervalo				Resp.			
								D	S	M	A				
	1y3 Reductor	Mobilgear 630	12	aceitera			10			x		Luis			
	2 Cople	Mobilgrase hp	Lubric. total	aceitera			10			x		Luis			

Figura 16 Estándar de limpieza, chequeo y lubricación para Marmita.

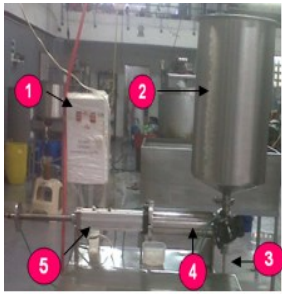
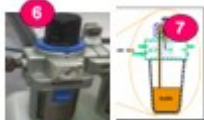

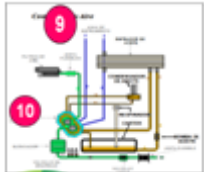
TPM	ESTANDAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (Limpieza, chequeo y lubricación)						Grupo:	Sprinter	Preparado:	15/05/2012				
							Líder:	Alba Ruiz	Revisado:	24/05/2012				
	Localización:	CCR	Equipo:	Dosificadora			Tarjeta n:	MB-6810-40						
	Chequeo a través de la limpieza													
	Pieza	Estado ideal	Método		Herramienta		Acción en caso anormal	Tiempo (min)	Intervalo				Resp.	
	1 Swiche	No suciedad		Limpiar		-	Reparar defectos	5		x			Luis	
	2 Tolva	No suciedad/ No corrosión		Limpiar			Pintar corrosión	10	x				Dora	
	3. Boquilla salida pdto.	No suciedad/Sin taponamiento.		Limpiar			Reparar defectos	5	x				Dora	
	4.Cilindro Dosificador	No suciedad		Limpiar		-	Reparar defectos	5	x				Dora	
	5.Cilindro Neumático	No suciedad		Limpiar		-	Reparar defectos	5	x				Dora	
	6.Filtro Regulador	No superar cantidad especificada.		Limpiar		-	Eliminar agua del filtro	5	x				Luis	
	Tiempo Requerido (min)							35						
	LUBRICACIÓN													
	Punto de Engrase	Tipo de lubricación	Cantidad Lubricante	Método	Herramienta	Tiempo (min)	Intervalo				Resp.			
							D	S	M	A				
	7.Lubricador	Shell Tellus 10	Llenar hasta marca	aceitera		5		x				Luis		
	8.Empack	Shell Cassida grease RLS 2	Girar tapa 8.1	A mano	-	5		x				Luis		
	Tiempo Requerido (min)							10						
	FUENTE DE ALIMENTACIÓN MARMITA													
	Pieza	Estado ideal	Método		Herramienta	Acción en caso anormal	Tiempo (min)	Intervalo				Resp.		
								D	S	M	A			
	9.Tubo salida de agua (azul)	No suciedad/ Sin fugas			-	Informar a supervisor	3	X					Luis	
	10.Tubo salida de aire (verde)	No suciedad/ Sin fugas			-	Informar a supervisor	3	x					Luis	

Figura 17 Estándar de limpieza, chequeo y lubricación para Dosificadora.

Implementación Pasos 4 y 5 de metodología 5's:

Como se especificó en el Paso: 1 de Limpieza inicial, se terminaría de implementar las últimas 2s (Estandarizar y Disciplina) de la metodología de 5s en el paso 3.

4. Estandarizar- Seiketsu (Preservar altos niveles de organización, orden y limpieza)

Esta cuarta S sugiere desarrollar estándares de limpieza que permitan mantener siempre organizados los puestos de trabajo, conservando los altos niveles de organización obtenidos con las primeras tres “s”

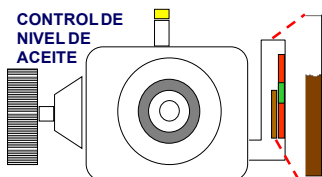



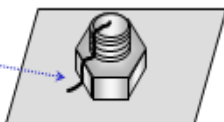



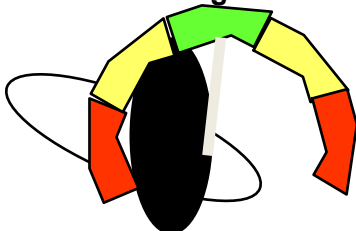

Se puede observar que este paso está alineado directamente con todo el Paso 3 del mantenimiento autónomo, por lo que las actividades anteriormente desarrolladas satisfacen también el objetivo de la cuarta “s”.

5. Disciplina-Shitsuke (Crear hábitos basados en las 4s anteriores)

La idea es que los operarios tomen como un hábito todas las actividades enseñadas hasta el momento, y utilicen como guía y herramienta de trabajo los estándares de limpieza, chequeo e inspección. La clave para lograrlo, es hacer que las tareas diarias sean fáciles de ejecutar correctamente por cualquiera y para esto se debe implementar controles visuales.

A lo largo del trabajo, se han sugerido varios controles visuales en las máquinas, pero en la Tabla 25 se mostrará un resumen de los que se consideran más importantes para la Marmita y la Dosificadora.

Tabla 25 Implementación de Controles Visuales.

CONTROL VISUAL	PARTE DE LA MÁQUINA	UTILIDAD DEL CONTROL VISUAL				
<p>CONTROL DE NIVEL DE ACEITE</p>  <p>El medidor de nivel muestra 2 estados:</p> <ul style="list-style-type: none">Rango de operación normalRango de operación no-normal	<p>Motoreductor</p> 	<p>El control de nivel de aceite muestra el rango en el que se debe mantener el aceite para asegurar que el equipo funcione correctamente y no haya desgaste en las piezas. Cuando se trabaja por debajo de este nivel, se corre el riesgo de que se dañe la pieza o deje de funcionar.</p>				
 <table><tr><td>Color Verde</td><td>Nivel Correcto</td></tr><tr><td>Color Rojo</td><td>Daños a las partes Internas</td></tr></table>	Color Verde	Nivel Correcto	Color Rojo	Daños a las partes Internas	<p>Aceite en Marmita</p> 	<p>Este control visual, muestra cual es el nivel correcto de aceite que debe tener la marmitta para trabajar correctamente. Si se deja llegar el nivel al color rojo, pueden haber daños a las partes internas de la marmitta.</p>
Color Verde	Nivel Correcto					
Color Rojo	Daños a las partes Internas					
<p>Señalización Del tornillo Tuerca y Base</p> 	<p>Tornillos en Máquinas</p> 	<p>Este control visual, muestra hasta donde debe ir apretado el tornillo, para evitar vibraciones o ruidos inusuales en el equipo. Si la línea negra no está continua, quiere decir que los elementos de unión están flojos.</p>				
 <table><tr><td>Color Verde</td><td>Nivel Correcto</td></tr><tr><td>Color Rojo</td><td>Daños a las partes Internas</td></tr></table>	Color Verde	Nivel Correcto	Color Rojo	Daños a las partes Internas	<p>FRL</p> 	<p>Este control visual muestra el nivel correcto de aceite en lubricador del FRL. Si el nivel se deja llegar al color rojo, puede ocasionar daños a todas las partes del sistema neumático, y acelerar el desgaste de las piezas.</p>
Color Verde	Nivel Correcto					
Color Rojo	Daños a las partes Internas					
<p>Rangos</p> 	<p>Manómetros</p> 	<p>Este control visual, se utiliza en los manómetros, para indicar el rango de presión correcto que necesita el sistema para funcionar en condiciones normales.</p>				

Color Verde	Nivel Correcto			
Color Amarillo	Nivel de advertencia			
Color Rojo	Daños a las partes Internas			

Paso 4: Realizar inspección general del equipo.

En este paso se debe brindar capacitación a los operarios sobre técnicas de inspección con base en manuales, ya que “los operarios adiestrados son capaces de reparar las pequeñas deficiencias, pero es aún más importante su habilidad para detectar anomalías en su fase inicial, repararlas rápida y eficientemente y así prevenir fallos en los equipos”. (Susuki, 1995)

Las actividades que se desarrollarán en este paso son:

- Selección de elementos de Inspección general.
- Preparar materiales para formación en inspección.
- Redactar el programa de formación en inspección general.

Selección de elementos de Inspección general:

Se debe escoger los temas que se van a enseñar a los operarios, con el fin de que inspeccionen y logren el funcionamiento correcto de los equipos. Para esto hay que considerar tanto las especificaciones del diseño del equipo como el historial de problemas averías y defectos.

Las especificaciones de diseño se deben tener en cuenta, porque muestran los rangos de operación correctos de los equipos, y el historial de problemas, averías y defectos da pistas sobre las partes a revisar con las listas de chequeo y de los fallos más frecuentes en los equipos.

En la Figura 18, Figura 19 y Figura 20, se van a mostrar las especificaciones de diseño para la Marmita y la Dosificadora.

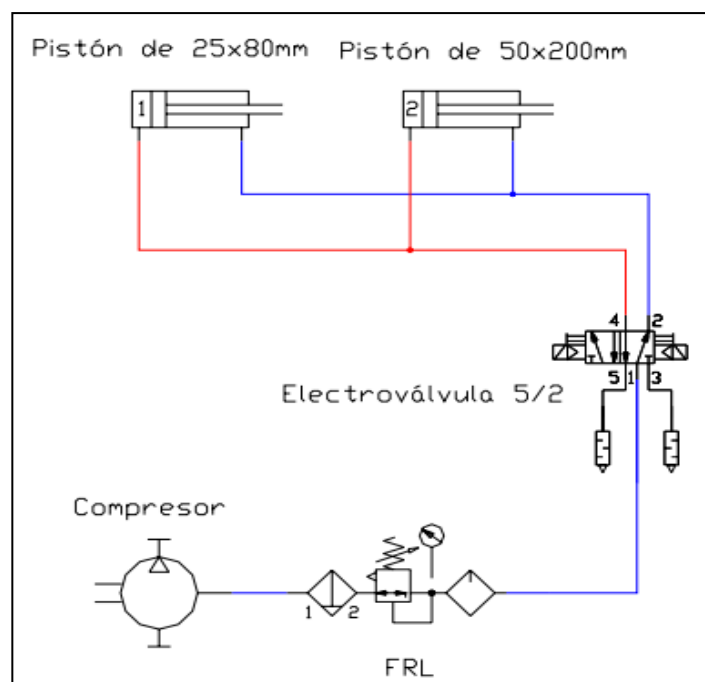
Marmita:

Modelo			ACL00003 ACL00001	
Categoría II2H3+				
Tipo constructivo A				
Aire comburente		m³/h	27	
Potencia térmica nominal		kW	15,5	
Potencia térmica mínima		kW	7	
Presión de conexión				
Gas natural 2H	G20	20 mbar		
Gas propano 3+	G30/G31	28/37 mbar		
Valores de conexión gas				
Gas natural 2H	(HuB = 9.45 kWh/m³) m³/h		1.640	
Gas propano 3+	(HuB = 12.87 kWh/kg) kg/h		1.213	
Regulación del flujo mínimo				
Gas natural 2H	G20	4.5 mbar		
Gas propano 3+	G30/G31	7 mbar		
Toberas Ø 1/100 mm.				
Quemador principal	G20	Potencia nominal	3 x 175	
		Minimo	Regulable	
	G30/31	Potencia nominal	3 x 110	
		Minimo	Regulable	
Nº toberas quemador piloto				
	G20	40		
	G30/G31	25		
Aire primario distancia "A"				
	Gas natural G20	10		
	Gas propano G30/G31	Abierta		

Fuente: (Mastroshop)

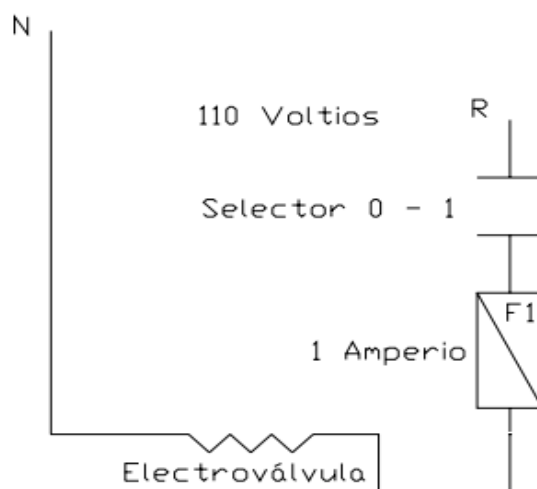
Figura 18 Especificaciones del diseño de la Marmita.

Dosificadora:



Fuente: (Grupo BlemenPack, C.A.)

Figura 19 Plano Neumático, Dosificadora.



Fuente: (Grupo BlemenPack, C.A.)

Figura 20 Plano Eléctrico, Dosificadora.

La empresa no maneja formatos para registrar los problemas, averías o defectos que se presentan en los equipos, sin embargo, se preguntó al personal por los problemas más frecuentes que tienen con el funcionamiento de sus equipos. Véase Tabla 26 y Tabla 27.

Tabla 26 Historial de problemas, averías o defectos en la Marmita.

Problema	Causas Encontradas
1. Disminución en la velocidad y agarre de las aspas de la marmita.	1 Aflojamiento del tornillo del eje de las aspas.
2. La Marmita no calienta	2 Los quemadores de la marmita están obturados o desgastados.
3. Se quema el motor	3. En la limpieza diaria no se protege el motor del agua.

Tabla 27 Historial de problemas, averías o defectos en la Dosificadora.

Problema	Causas Encontradas
1. No arranca la máquina.	1.1 Fusible de 1 amperio quemado. 1.2 Bobina de electroválvula quemada.
2. La dosificadora efectúa movimientos muy retardados.	2. Presión de entrada es menor a 6 bares, 87 psi.

Preparar materiales para formación en inspección:

Se deben preparar Check Lists que muestren todos los elementos clave que los operarios deben revisar para garantizar las funciones básicas de los equipos. Véase Tabla 28 y Tabla 29.

Tabla 28 Check List de elementos clave a revisar en la Marmita.

	Parte a revisar	Estado
✓	Red de Gas	Sin fugas.
✓	Quemadores	No esten desgastados, es decir que la llama del gas sea azul y no naranja o amarilla.
✓	Nivel de aceite Marmita	Dentro del rango del control visual y que no esté sucio.
✓	Tornillo del eje de las aspas	En la marca de apriete correcto, no ruido inusual.
✓	Motor	Sin cortos electricos y que no este recalentado.
✓	Motoreductor	Que el aceite este en el nivel correcto y que no haya derrames.
✓	Swiche on/off	En "on", que esté funcionando bien.

Tabla 29 Check List de elementos clave a revisar en la Dosificadora.

	Parte a revisar	Estado
✓	Compresor	Motor sin ruido inusual y que no esté recalentado.
✓	Tubos flexibles	Que no existan bucles, codos o dobleces que obstaculicen el paso del aire.
✓	Llave de admisión de aire a la Dosificadora	Abrirla para purgar el circuito, una vez se termine de usar la Dosificadora.
✓	Aceite del FRL	Dentro del rango del control visual y que no esté sucio.
✓	Manómetro del FRL	En la marca del rango de operación correcto.
✓	Empack	Que no presente desgaste.

Luego, hay que decidir lo que los operarios deben aprender para ser capaces de chequear los elementos clave, y por último se preparan manuales en donde se especifique las funciones básicas, la estructura del equipo a inspeccionar y las acciones a tomar cuando se descubran anomalías. Se recomienda usar lecciones de punto único. (Susuki, 1995) Véase Tabla 30, Figura 21 y Figura 22.

De acuerdo con la información de diseño de la Marmita, se debe controlar el flujo mínimo de gas y la potencia de los quemadores; según el historial de averías o defectos, se presentan problemas con el motor y la velocidad de las aspas de la marmita. Con la información anterior, se definió la necesidad de capacitar en circuitos de arranque y parada del motor (Básico de Secuenciación) y en el uso y mantenimiento de pernos y tuercas.

Con relación a la información de diseño de la Dosificadora, se debe controlar, la presión de entrada en el sistema neumático y que la fuente de alimentación eléctrica sea de 110 v; con respecto al historial de averías o defectos, los problemas que más se presentan son los movimientos retardados en el cilindro dosificador, y el fusible quemado. Con la información anterior, se definió la necesidad de capacitar a los operarios en el funcionamiento de un sistema neumático, en el Mantenimiento eléctrico y en circuitos de sensores de límite.

Se decidió incluir un módulo avanzado de capacitación, para enseñar a los operarios acerca de la detección de fallos, la gestión de los equipos y formación de líderes. Esta última es importante, porque siempre se tendrá una persona líder, en todas las actividades de Mantenimiento.

Programa de formación sobre los equipos:

Tabla 30 Programa básico de formación sobre los equipos.

PROGRAMA BÁSICO (9 UNIDADES)		
1.Básico de pernos y tuercas	2.Aplicación de momentos de torsión correctos	3.Básico de Lubricación
*Uso y mantenimiento de pernos y tuercas	*Práctica en la realización de chequeos	*Uso y mantenimiento de lubricantes y grasas.
4.Básico de Electricidad	5.Básico de Secuenciación	6.Circuitos de sensores de límite
*Mecanismos y símbolos eléctricos. *Interpretación de diagramas de secuencia.	*Práctica en cableado de circuitos. *Circuitos de arranque y parada de motor. *Circuitos de relés térmicos.	*Circuitos temporizadores. *Circuitos de inversión de marcha de motores. *Circuitos de detección de fallos.
7.Básico de Mantenimiento eléctrico	8.Básico de hidráulica y neumática	9. Sistemas eléctricos e hidráulicos.
*Seguridad. *Práctica en realización de chequeos.	*Básico de circuitos hidráulicos y neumáticos. *Práctica de desmontaje y montaje de sistemas hidráulicos.	*Circuitos hidráulicos y eléctricos. *Preparación de cuadros de temporización.
PROGRAMA AVANZADO (6 UNIDADES)		
10.Sistema del Mantenimiento	11.Habilidades de Mantenimiento	12.Detección de fallos
*Mantenimiento diario. *Estándares de chequeo. *Inspección periódica.	*Revisión e incremento de capacidades de mantenimiento claves.*	*Detección de fallos usando sistemas hidráulicos de prácticas.
13. Detección de anomalías.	14. Gestión de los equipos	15.Formación de líderes
*Estudio de casos	*Importancia de los equipos *Gestión de los equipos y su función.	*Formación interna *Gestión de los equipos y su función.

Fuente: (Susuki, 1995)

HOJA DE LECCIÓN DE PUNTO ÚNICO			
Elemento:	<u>Dosificadora</u>	Número:	<u>BN-53</u>
Fecha de Preparación:	<u>14 de mayo 2012</u>	Preparado por:	<u>Alba</u>
Tema:	<u>Instalación Neumática</u>	Aprobado:	<u>Catalina</u>
FUNCIONES BÁSICAS Y ESTRUCTURA DE UNA INSTALACIÓN NEUMÁTICA			
		<ul style="list-style-type: none"> 1- compresor 2- depósito 3- válvula purga condensados 4- manómetro 5- válvula control 6 - Unidad de acondicionamiento 7- Filtro - Purgador 8- Unidad de mantenimiento (Filtro-regulador-lubricador) 9- válvulas / elementos de control 10- Actuador 	
<p>Compresor: Aportan energía a los fluidos compresibles, para hacerlos fluir aumentando al tiempo su presión.</p>			
<p>Déposito:Almacena el aire comprimido necesario para atender demandas punta que excedan la capacidad del compresor. Ademas iguala la variación de presión en la red de aire.</p>			
<p>Válvula purga condensados:Purga todo el agua que se condensa en el depósito sin necesitar supervisión.</p>			
<p>Manómetro: Mide la presión del compresor. Se debe establecer rangos correctos de operación.</p>			
<p>Válvula Control:Controla la cantidad de aire que pasa a través de la válvula, equilibrando el funcionamiento del sistema.</p>			
<p>Unidad de acondicionamiento:Enfía el aire comprimido hasta pocos grados por encima del punto de presión mínima. Además sirve para mantener la línea libre de polvo, agua y aceite.</p>			
<p>Filtro Purgador:Elimina partículas del aire.</p>			
<p>Unidad de Mantenimiento (Filtro-Regulador-Lubricador): Acondiciona el aire comprimido para suministrar aire limpio a una presión óptima y ocasionalmente añade lubricante para alargar la duración de los componentes del sistema neumático.</p>			
<p>Válvulas/Elementos de control: Proporciona presión y pone escape alternativamente las dos conexiones del cilindro para controlar la dirección del movimiento.</p>			
<p>Actuador: Transforma la energía potencial del aire comprimido en trabajo mecánico.</p>			

Fuente: (MAQLAB)

Figura 21 LUP de Funciones Básicas y Estructura de una instalación neumática.

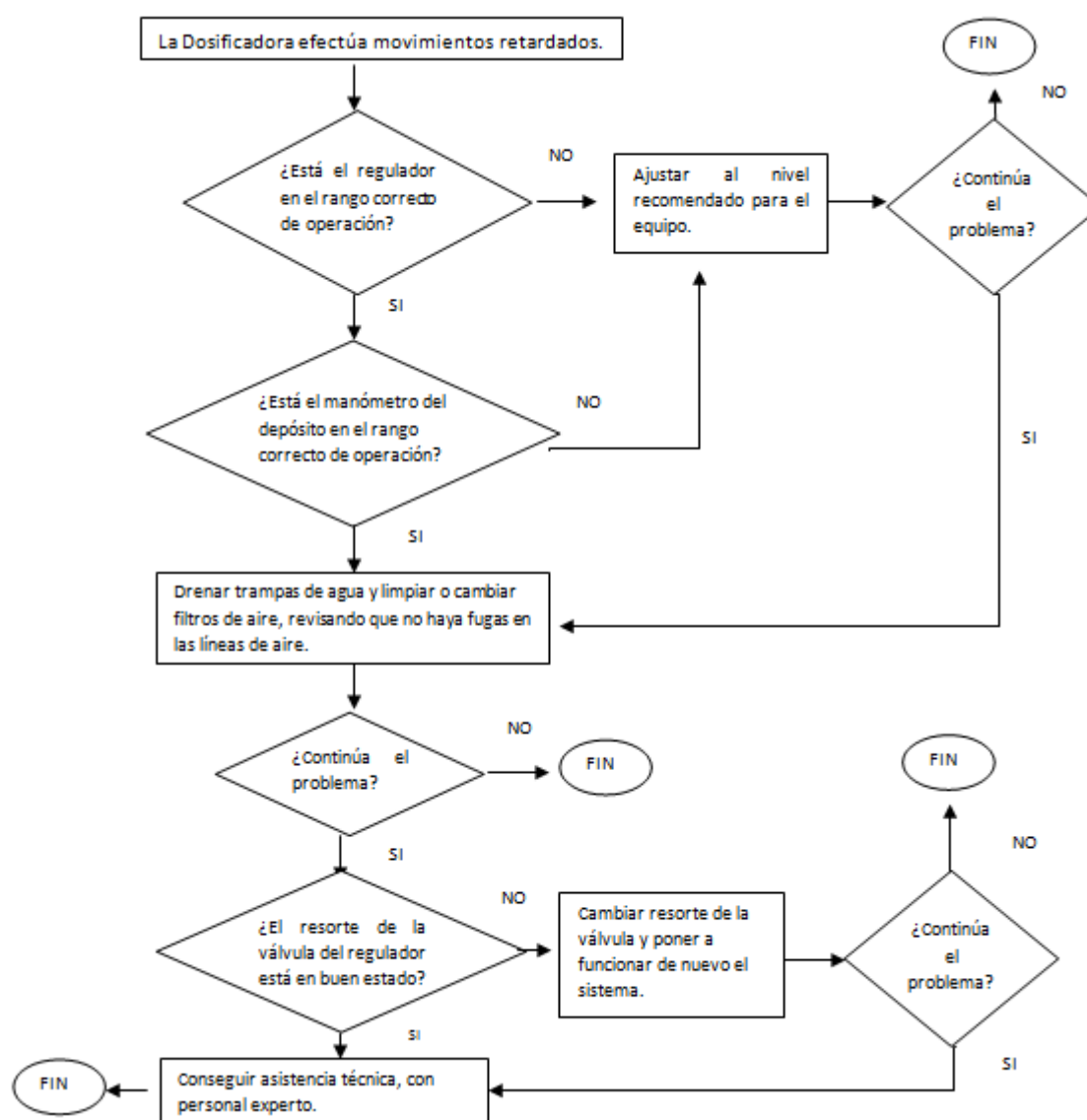


Figura 22 Diagrama de Flujo para solucionar anomalía en Dosificadora.

Redactar el programa de formación en Inspección general:

Se debe redactar el programa de formación, estableciendo la duración total del programa y las personas encargadas de ejecutar el plan. Véase Figura 23.

Duración del programa de capacitación en Project:

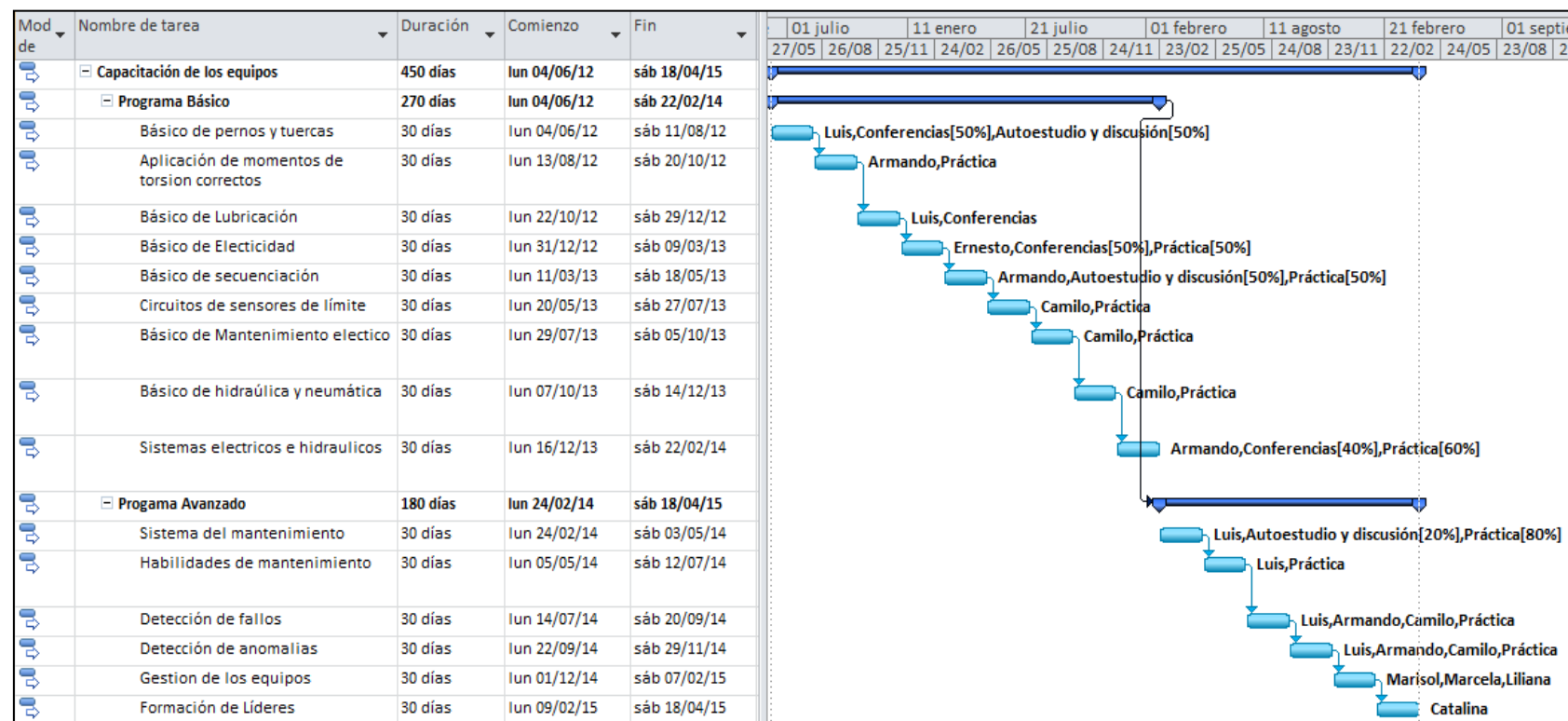


Figura 23 Cronograma Plan de capacitación sobre los equipos.

Posteriormente se validará el resultado de la capacitación, por medio del seguimiento a los resultados obtenidos por los operarios durante la inspección y dependiendo de los resultados se volverá a capacitar en los aspectos que se consideren necesarios.

Paso 5: Realizar inspección general del proceso.

En los primeros cuatro pasos del mantenimiento autónomo, los operarios adquieren conocimientos sobre los equipos y la habilidad para reconocer anomalías en su etapa inicial y repararlas a tiempo; sin embargo, también es necesario enseñarles sobre el rendimiento y las funciones de los procesos para realizar montajes correctos de acuerdo a los materiales que se manejan, evitando pérdidas de calidad y reprocesos en sus áreas, y así mismo, creando plantas seguras con mayor fiabilidad operacional

Las actividades que se desarrollarán en este paso son:

- Programa de formación en inspección de procesos
- Evaluación en Inspección general.

Programa de formación en inspección de procesos: Se debe diseñar un cronograma de con las diferentes actividades del programa de formación en inspección de procesos. Véase Figura 24.

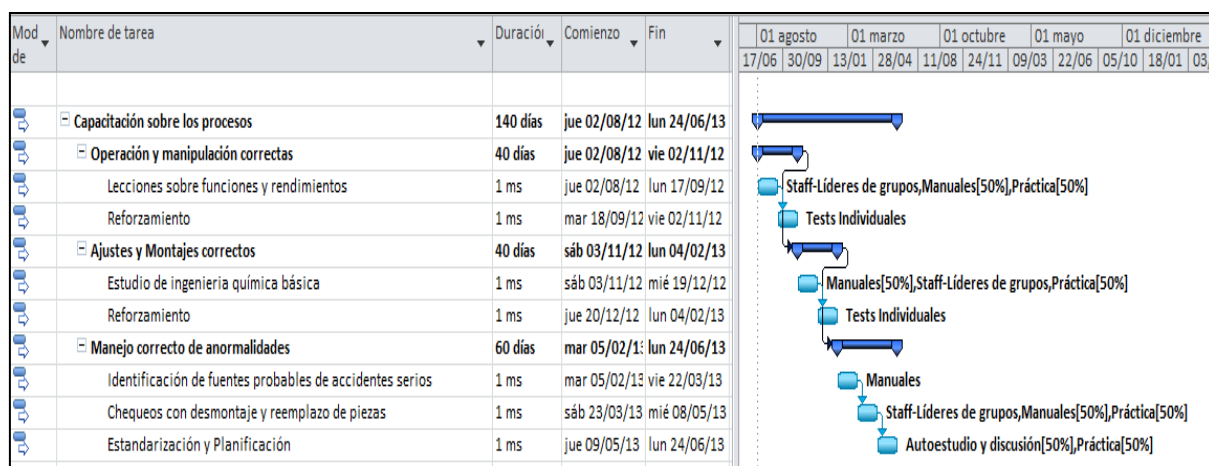


Figura 24 Programa de capacitación sobre procesos.

El programa de formación en inspección de procesos tiene tres fases:

- Capacitación de Operación y Manipulación correctas.
- Capacitación de Ajustes y Montajes correctos.
- Manejo correcto de las anomalías.

Capacitación de Operación y Manipulación correctas:

Hay que enseñar a los operarios el funcionamiento y rendimiento de los equipos. Se recomienda usar lecciones de punto único para los equipos de los diferentes puestos de trabajo y luego reunir la información en manuales. Véase Figura 25 y Figura 26.

NOMBRE: Marmita 1. CAPACIDAD 115 KILOS	
Datos del equipo en funcionamiento:	La marmita es un equipo que mezcla y calienta el producto. Para el calentamiento funciona con gas, y para los agitadores funciona con energía eléctrica.
Capacidad:	120 litros totales.
Conexión:	115 Voltios Motor de 0.5 caballo de potencia.
% de Pérdida:	5%
# baches en turno de 8 hrs:	6 baches diarios.
Procesos:	Mezcla: Se prende el motor y las aspas mezclan todos los ingredientes en la marmita.
	Tiempo de Cocción: Dependiendo de las propiedades del producto, varía el tiempo de calentamiento para alcanzar la temperatura requerida.
	Tiempo de sostenimiento: Una vez se alcanza la temperatura de cocción, se dejan 30 minutos conservando esta temperatura.
Precauciones:	<ul style="list-style-type: none"> No debe ponerse a funcionar si el toma esta mojado. Al realizar la limpieza no se debe mojar el motor. No se deben introducir objetos que pueda obstruir el funcionamiento de los agitadores. No meter las manos si la marmita esta en funcionamiento.
Foto Del equipo.	
Motor y moto Reductor	
Tanque de cocción	
Perillas de encendido.	
Llave de gas	
Línea de gas	
	Mezcladores

Figura 25 Hoja de Lección sobre el funcionamiento de la Marmita.

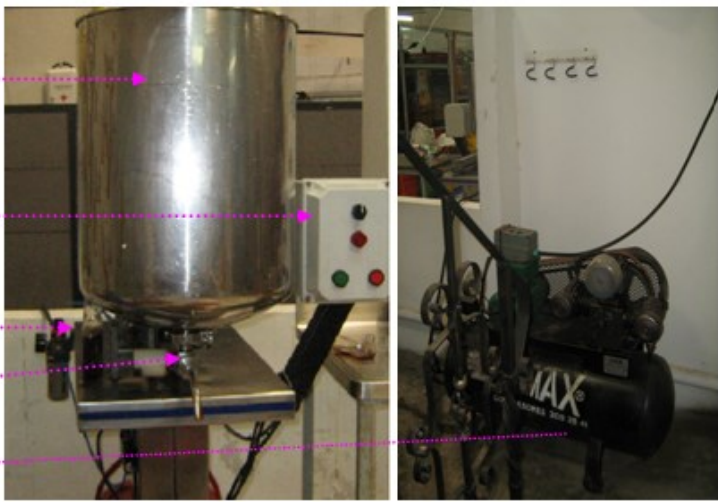
NOMBRE: Dosificadora	
Arranque y puesta a punto:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Energizar la máquina. 2. Colocar los tornillos de ajuste en la posición cero, esta posición corresponde a la posición de máximo recorrido del pistón. 3. Ajustar el nivel para el llenado de los envases $\rightarrow (\text{volumen}/40) \text{ cm} = \text{Longitud tornillos de ajuste}$. 4. Llenar tolva con el producto. 5. Llevar el selector 0 – 1 a la posición de encendido. 6. Colocar los envases a ser llenados en la boquilla.
% de Pérdida	15%
Capacidad:	De envasado 300g; 40 litros en la tolva.
Conexión:	115 Voltios Motor de 0.5 caballo de potencia.
Precauciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe realizar purga del compresor. • Se puede trabajar de forma manual y de forma automática. • No puede empacar salsas muy pastosas, tiende a taponarse.
Foto Del equipo.	

Figura 26 Hoja de Lección sobre el funcionamiento de la Dosificadora.

Ajustes y Montajes correctos:

Una vez los operarios conocen cómo funcionan sus máquinas, deben ser capacitados en cuanto a la relación de las variables de la máquina y las especificaciones de la materia prima en el desempeño de las características del producto terminado. Es importante además que sepan porqué los rangos de operación son los establecidos, y su efecto en la calidad del producto y proceso.

La hoja de lección de un punto único de la Figura 27 enseña a los operarios las variables químicas que están presentes en la transformación de los alimentos, y cuáles son los rangos que las personas del área de producción deben controlar en la elaboración de los productos.

Por su parte, la hoja de lección de un punto único de la Figura 28 muestra a los operarios la temperatura a la que deben envasar los productos, dependiendo del tipo de envase que estén usando.

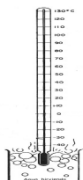
HOJA DE LECCIÓN DE PUNTO ÚNICO			
Elemento:	Marmita	Número:	BM-56
Fecha de Preparación:	14 de mayo 2012	Preparado por:	Alba
Tema:	Variables Químicas.	Aprobado:	Catalina
VARIABLES QUÍMICAS EN LA TRANSFORMACIÓN DE LOS ALIMENTOS			
	Pérdida por Evaporación: La evaporación se produce en los líquidos a cualquier temperatura, siendo más rápida cuanto más elevada esté. En la marmita, se presenta una pérdida del 3% en todos los productos.		
	Temperatura de Cocción: Se debe cocinar lo suficiente los productos en la marmita hasta que todos los gérmenes potencialmente peligrosos sean destruidos. Para asegurar que los productos sean seguros, para el consumo humano se debe alcanzar una temperatura de 70-82°C.		
	Tiempo de Agitación: Duración del mezclado a partir del momento en que se prenden las espasas hasta que se baja el producto de la marmita. Para una marmita con capacidad de 320 kg, el tiempo de agitación es de 2:40 min.		
	Porcentaje de acidez: Indica el contenido de ácidos libres. El porcentaje debe estar entre 0.40 y 1.20 y se debe medir con una bureta antes de pasar al área de envasado.		
	PH: Es una medida de la tendencia de la acidez o de la alcalinidad del agua. El rango en que se debe encontrar el valor medido es de 3.00 – 3.90.		
	Grados Brix: Escala usada para medir el contenido de azúcar de una solución en una temperatura particular. El rango varía de acuerdo al tipo de salsa que se esté preparando.		

Figura 27 Variables Químicas en la transformación de los alimentos.









HOJA DE LECCIÓN DE PUNTO ÚNICO			
Elemento:	<u>Dosificadora</u>	Número:	<u>BN-56</u>
Fecha de Preparación:	<u>14 de mayo 2012</u>	Preparado por:	<u>Alba</u>
Tema:	<u>Temperatura Envasado.</u>	Aprobado:	<u>Catalina</u>
TEMPERATURAS DE ENVASADO			
		Temperatura de Envasado para envases de vidrio: 80°C Peso Neto: 300gr Nota: Se deben usar guantes, ya que la temperatura es demasiado alta.	
		Temperatura de Envasado para envases de Pet: 70°C Peso Neto: 1000 gr Nota: Si el producto tiene cilantro o ajonjolí, se debe envasar con jarra, ya que para productos viscosos y con estos dos ingredientes la dosificadora se obstruye fácilmente.	
		Temperatura de Envasado para envases de Pet: 65°C Peso Neto: 4200 gr Nota: Se debe apoyar el envase en una mesa al momento de llenarlo con el producto.	
		Temperatura de Envasado para envases de Pet: 65°C Peso Neto: 290gr Nota: Secar bien el borde de la botella para que pueda adherirse el liner de torque.	

Figura 28 Especificaciones para temperatura de envasado.

Propiedades de las Materias Primas y su importancia en el proceso:

En todos los alimentos se utilizan aditivos, ya que éstos cambian las propiedades organolépticas y facilitan el proceso de conservación. Dentro del grupo de aditivos están: Colorantes, Conservantes, Espesantes, Antiespumantes, Antioxidantes, Gelificantes, entre otros. Véase Figura 29.

HOJA DE LECCIÓN DE PUNTO ÚNICO			
Área:	<u>Producción</u>	Número:	<u>BO-60</u>
Fecha de Preparación:	<u>15 de mayo 2012</u>	Preparado por:	<u>Alba</u>
Tema:	<u>Aditivos.</u>	Aprobado:	<u>Catalina</u>
TIPOS DE ADITIVOS EN LAS SALSAS			
Benzoato de sodio 	Sorbato de Potasio 	Conservantes: Sirven para detener o minimizar el deterioro causado por la presencia de diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El porcentaje que lleva las salsas es de 0.05% de cada conservante que se utilice en la fórmula y los que se utilizan son: Benzoato de Sodio y Sorbato de Potasio.	
Ácido Ascórbico 	Colorantes 	Antioxidantes: Impiden la oxidación de grasas, por ejemplo, cambio de color, olor (enranciamiento); disminución valor nutritivo (pérdida de vitaminas). El más utilizado es el ácido ascórbico. Colorantes: Pigmentos naturales. Se usa sólo en la salsa de Frutos Rojos el colorante Rojo allura y en otras salsas se utiliza cúrcuma.	
Espesantes: Snow Flake y Goma Xanthan 	Antiespumante 	Espesantes: Aumentan la viscosidad. Su porcentaje en las fórmulas varían entre 0.21- 0.28%. Los dos espesantes que se utilizan son Snow Flake y Goma Xanthan. Antiespumante: Evita la formación de espuma cuando es envasado el producto en la dosificadora.	

Fuente: (Universidad Autónoma de Madrid)

Figura 29 Tipos de aditivos en las salsas.

Manejo correcto de las anomalías:

En este paso, se debe primero, identificar los riesgos generados que afecten la seguridad de las personas y segundo, diseñar listas de chequeo para crear estándares de inspección periódica con base en los estándares provisionales desarrollados en los primeros cuatro pasos del mantenimiento autónomo. Véase Tabla 31, Tabla 32 y Tabla 33.

En general, las listas de chequeo son útiles porque por medio de éstas se realiza control general del proceso, analizando las causas de los problemas encontrados.

Tabla 31 Lista de chequeo de problemas de proceso y errores humanos.

Elemento	Ocurrencias pasadas	Fecha/ Frecuencia	Descripción del problema	Análisis (Causas)	Propuesta para evitar repetición
Aspas	Producto terminado presenta grumos.	14 de Febrero 2012	Cuando se está envasando determinado bache, hay reprocesos debido a que la persona que está en la dosificadora, observa que el producto no es homogéneo y en el envase se ven grumos.	Las aspas trabajan con menor velocidad, lo que conlleva a un mejor agarre, debido a que el tornillo del eje no está bien apretado.	*Implementar control visual para tornillo del eje de las aspas. *Antes de empezar cada bache, el/la líder del área debe inspeccionar que el tornillo esté en la marca correcta.
Sensores de proximidad	El producto envasado queda con diferente gramaje y nivel.	12 de Diciembre de 2011	Cuando se envasa un producto, los niveles de producto en los envases no son iguales y el peso cambia significativamente de un envase a otro.	Como los sensores de proximidad se encuentran en el pistón, al lavar la Dosificadora, es un error muy común, no quitar los sensores y dejarles caer agua.	*No lavar la tova sin antes desarmarla, ya que antes cuando se lavaba las paredes externas de la tolva, el agua llegaba al pistón y se corría el riesgo de que se mojaran los sensores.

Tabla 32 Lista de chequeo para anticipar accidentes serios.

Elemento	Equipo/ Parte probable	Accidente/Desastre anticipado	Señales de aviso/ Fenómeno	Daño/ Pérdida previstos	Acción correcta
Delantal	Sopletes o Quemadores	Incendio de delantal	Tapa deflectora abierta	Quemaduras en las piernas.	Mantener lámina deflectora cerrada.
Cables de Energía	Cajón de Encendido/ Apagado Dosificadora.	Electrocución	*No se energiza la máquina *Cables de energía pelados Chispas en los cables.	*Se puede quemar el cajón de Encendido/ Apagado. *El operario se puede electrocutar	*Revisar los cables al momento de energizar la máquina. *No dejar caer agua en los tomas.

Tabla 33 Lista de chequeo de Ajustes y Montajes.

Elemento	Puntos de Ajuste/Montaje	Tarea			Cambios en propiedades	Rango correcto/ Razones	Efecto en calidad	Acción en caso de anormalidad.
		¿Por qué?	¿Qué?	¿Cómo?				
Salsa BBQ	Envasar a una temperatura de 70°C	¿Por qué?: Porque esta salsa va envasada en Pet x 1000gr y el envase se deforma a una temperatura mayor.			La salsa se vuelve más espesa y alcanza la viscosidad que requiere el cliente.	(70-75)°C Se debe cumplir este rango porque en los alimentos la temperatura mínima que garantiza que todos los gérmenes son destruidos es de 65°C. Además, las pruebas realizadas con el envase Pet, muestran que no está diseñado para soportar temperaturas superiores a los 78°C.	Si la salsa es envasada a esta temperatura, se garantiza la inocuidad del producto final.	Si el producto en el momento de ser envasado tiene una temperatura menor de 70°C, se debe hacer un reproceso en la marmita tomando en cuenta el tiempo de cocción que se debe alcanzar.
		¿Qué?: Envasar salsa BBQ a una temperatura de 70°C.						
		¿Cómo?: Se debe tomar la temperatura una vez salga el producto de la marmita y cuando esté en 70°C se puede empezar a envasar						
Regulador	Presión de entrada 6 bares	¿Por qué?: Porque se debe ajustar el aire comprimido suministrado a la presión de funcionamiento requerida.			El sistema neumático está diseñado para funcionar correctamente bajo estos parámetros	6 bares/ 87 psi El regulador debe compensar las fluctuaciones de la presión de entrada, ya que si se trabaja a una presión mucho menor hay movimientos retardados en el cilindro dosificador.	Cuando se trabaja con una presión constante, se garantiza que el contenido neto de las salsas sea el especificado en la etiqueta del producto.	Se debe revisar que no haya fugas en la red de aire y que el resorte de la válvula del regulador esté en buen estado.
		¿Qué?: Trabajar siempre con una presión de entrada de 6 bares en el regulador.						
		¿Cómo?: Revisar que la presión del manómetro del regulador esté en el rango correcto de funcionamiento, señalada en el control visual.						

Evaluación en Inspección general:

Para realizar la evaluación en inspección general de los procesos se tienen en cuenta cuatro pasos:

- Evaluación de capacidades.
- Establecer criterios de acción.
- Preparar planes de mantenimiento.
- Construir un sistema de prevención de repeticiones

Evaluación de capacidades: Hay que evaluar las capacidades de los operarios realizando tests individuales y un constante seguimiento a la formación en la inspección general de los procesos. La Tabla 34, muestra en promedio, el nivel de capacidad de los operarios. De esta tabla se puede concluir que la mayoría de los operarios tienen un nivel 3 de capacidad, por lo tanto hay que reforzar más en los conocimientos teóricos.

Tabla 34 Evaluación de capacidades de los operarios.

EVALUACIÓN DE CAPACIDADES									
Clasificación del trabajo	Conceptos de conocimiento/capacidad	Mary	Lizeth	Sandra	Olga	Raúl	Dora	Luis	Edwin
Marmita	Conocimiento de materias primas y sus aplicaciones	3	3	3	1	2	1	2	2
	Uso/conocimiento de instrumentos de medida	4	4	4	3	3	4	3	3
	Uso/conocimiento de Motores	1	1	1	1	1	3	4	4
	Conocimiento de las variables químicas en la transformación de alimentos	4	4	3	2	2	2	1	3
	Conocimiento de las buenas prácticas de manipulación de alimentos.	4	4	4	4	4	4	4	4
Dosificadora	Uso/conocimiento de circuitos neumáticos	2	1	2	2	3	3	3	1
	Uso/ conocimiento de los rangos requeridos para la operación correcta del FRL.	3	4	3	3	4	4	4	3
	Uso/conocimiento de las válvulas solenoides y como reparar anomalías.	1	3	1	1	1	1	4	4
	Conocimiento de las diferentes temperaturas de envasado	2	2	1	3	4	4	3	2
	Conocimiento de los riesgos generados que afectan la seguridad de las personas.	4	4	4	4	4	4	4	4
Promedios		3	3	3	3	3	3	4	3
NIVELES DE CAPACIDAD									
Nivel 1: Falto de conocimiento teórico y habilidad práctica (tiene que aprender).									
Nivel 2: Conoce la teoría pero no la practica (necesita entrenamiento práctico).									
Nivel 3: Tiene maestría práctica pero no teórica (no puede enseñar a otros).									
Nivel 4: Tiene maestría teórica y práctica (Puede enseñar).									

Los siguientes dos pasos: Establecer criterios de acción y preparar planes de mantenimiento, se realizan como un complemento a las actividades de inspección general

Establecer criterios de acción: Establecer inspecciones periódicas y criterios de revisión y sustitución de partes, de acuerdo con los estándares de limpieza e inspección y listas de chequeo de problemas de proceso. La Tabla 35, también sirve de referencia para la creación del calendario de mantenimiento anual mencionada en el siguiente paso.

[illegible]

Puntos a chequear para pernos y tuercas		
Ligeros Defectos	<input type="checkbox"/>	¿Hay tuercas o pernos flojos?
	<input type="checkbox"/>	¿Falta alguna tuerca o perno?
Longitud de Pernos	<input type="checkbox"/>	¿Sobresalen todos los pernos de las tuercas en 2 o 3 pasos de tornillo?
Montaje de Pernos y tuercas	<input type="checkbox"/>	¿Se insertan los pernos desde abajo, y son visibles las tuercas desde su exterior?
Arandelas	<input type="checkbox"/>	¿Se usan arandelas de resorte en piezas sujetas a vibración?

Figura 30 Puntos a Chequear para pernos y tuercas.

Puntos de Chequeo para Lubricación		
Almacenaje de Lubricante	<input type="checkbox"/>	¿Están las estanterías de lubricantes siempre limpios, ordenados y bien organizados aplicando los principio de 5s?
	<input type="checkbox"/>	¿Están siempre tapados los contenedores de lubricante?
Indicadores de Nivel de Aceite	<input type="checkbox"/>	¿Se mantienen limpios siempre los calibres de nivel de aceite, y es fácil ver los niveles de aceite?
	<input type="checkbox"/>	¿Está claramente marcado el nivel de aceite?
	<input type="checkbox"/>	¿Está el equipo libre de fugas de aceite, y sin obstrucciones los tubos de aceite y válvulas de respiración?

Fuente: (Susuki, 1995)

Figura 31 Puntos de Chequeo para Lubricación.

Puntos de Chequeo de Sistema Eléctrico		
Paneles de Control	<input type="checkbox"/>	¿Se ha dejado en el interior de los tableros algún objeto extraño o materiales inflamables?
	<input type="checkbox"/>	¿Están en buenas condiciones los cables del interior de los paneles de control?, ¿Hay cables enroscados o estirados?
Equipo Eléctrico	<input type="checkbox"/>	¿Están todos los motores libres de sobrecalentamiento, vibraciones, y ruidos inusuales?
	<input type="checkbox"/>	¿Están limpios todos los ventiladores y aletas de enfriamiento de motores?
	<input type="checkbox"/>	¿Hay algún perno de unión flojo?, ¿Están libres de fisuras?
Tubería y cableado	<input type="checkbox"/>	¿Hay tubos, hilos o cables de energía flojos o no asegurados?
	<input type="checkbox"/>	¿Hay tubos corroídos o dañados?, ¿Hay cables que tengan dañado el aislamiento?
	<input type="checkbox"/>	¿Hay cables enrollados sobre el suelo o colgados de forma insegura?

Fuente: (Susuki, 1995)

Figura 32 Puntos de Chequeo de Sistema Eléctrico.

Puntos de Chequeo de Sistemas Neumáticos		
FRL	<input type="checkbox"/>	¿Se mantiene limpio el FRL?, ¿Es fácil ver su interior?
	<input type="checkbox"/>	¿Tienen suficiente aceite y están limpios los drenajes?
	<input type="checkbox"/>	¿Es correcta la tasa de goteo del aceite (aproximadamente 1 gota cada 10 carreras)?
	<input type="checkbox"/>	¿Están las presiones ajustadas al valor correcto y se indican claramente los rangos de operación?
Equipo Neumático	<input type="checkbox"/>	¿Hay alguna fuga de aire comprimido de los cilindros neumáticos o válvulas solenoides?
	<input type="checkbox"/>	¿Están firmemente montados todos los cilindros neumáticos y válvulas solenoides?
	<input type="checkbox"/>	¿Hay algunos pistones sucios, desgastados, dañados?
	<input type="checkbox"/>	¿Hay algún ruido anormal o sobrecalentamiento en las válvulas solenoides, o cables conductores rayados o estirados en exceso?
Tubería y Cablería	<input type="checkbox"/>	¿Están todos los tubos y mangueras firmemente sujetos?
	<input type="checkbox"/>	¿Hay alguna fuga de aire comprimido?, ¿Esta alguna manguera fisurada o dañada?
	<input type="checkbox"/>	¿Operan correctamente todas las válvulas?, ¿Es fácil ver si las válvulas están abiertas o cerradas?.

Fuente: (Susuki, 1995)

Figura 33 Puntos de Chequeo de Sistema Neumáticos.

Construir un sistema de prevención de repeticiones: Se preparan informes donde se detallen las anomalías y los planes de acción, para prevenir la repetición de accidentes. Los informes de accidentes se preparan luego de registrarse en la lista de chequeo de accidentes serios, utilizada anteriormente. Véase Tabla 36.

Tabla 36 Formato de informe de accidentes para evitar repeticiones.

INFORME DE ACCIDENTE							
Equipo :	Marmita			Número:	BO-60		
Fecha:	1 de Marzo 2011			Área:	Producción		
Reparado en:	9 de marzo de 2011.			Supervisor:	Catalina		
Descripción: En el momento de realizar la limpieza de la marmita, el operario encargado tuvo una quemadura de segundo grado, al coger el motor de la parte posterior, para .correr un cable de energía que sale del swiche y estaba haciendo contacto con el motor.							
Análisis de Anormalidad: (causas directas, causas indirectas, causas reales) 1. No estaba limpio el ventilador del motor. 2. El motor estaba sobrecalentado y presentaba olor inusual. 3. Los operarios encargados del equipo no habían detectado dichas anormalidades.							
Acción y contramedidas: 1. Capacitar a operarios en reconocimiento de anormalidades en su fase inicial. 2. Colocar térmicos en los motores para protección del sobrecalentamiento y como dispositivo de seguridad del equipo para la persona.							
Acción para evitar accidentes similares:							
Situación	Equipo	Plan acción	Acción ejec.	Situación	Equipo	Plan acción	Acción ejec.
	Motor	/	/			/	/
	Reductor	/	/			/	/
	Cables de energía	/	/			/	/

En el anterior formato, de acuerdo con el comportamiento de accidentes anteriores o de forma preventiva, se tramita el campo correspondiente a: Acción para evitar accidentes similares.

Paso 6: Sistematizar el Mantenimiento Autónomo.

Durante los primeros cinco pasos del Mantenimiento Autónomo, se logran condiciones óptimas en el equipo y se establece un sistema de estándares que apoya esas condiciones. “El objetivo del paso seis es facilitar a los operarios que realicen un mantenimiento autónomo profundo y amplio del proceso entero y que amplíen sus actividades al campo del mantenimiento de calidad”. (Susuki, 1995). Las actividades que promueven esto son la estandarización de los diversos elementos de control, los diagramas de flujo del proceso y manuales del mantenimiento de calidad, donde se muestre a los operarios la relación entre equipo y calidad.

Diagramas de actividades por procesos: En la Figura 34 se observa el diagrama de actividades para el área de producción.

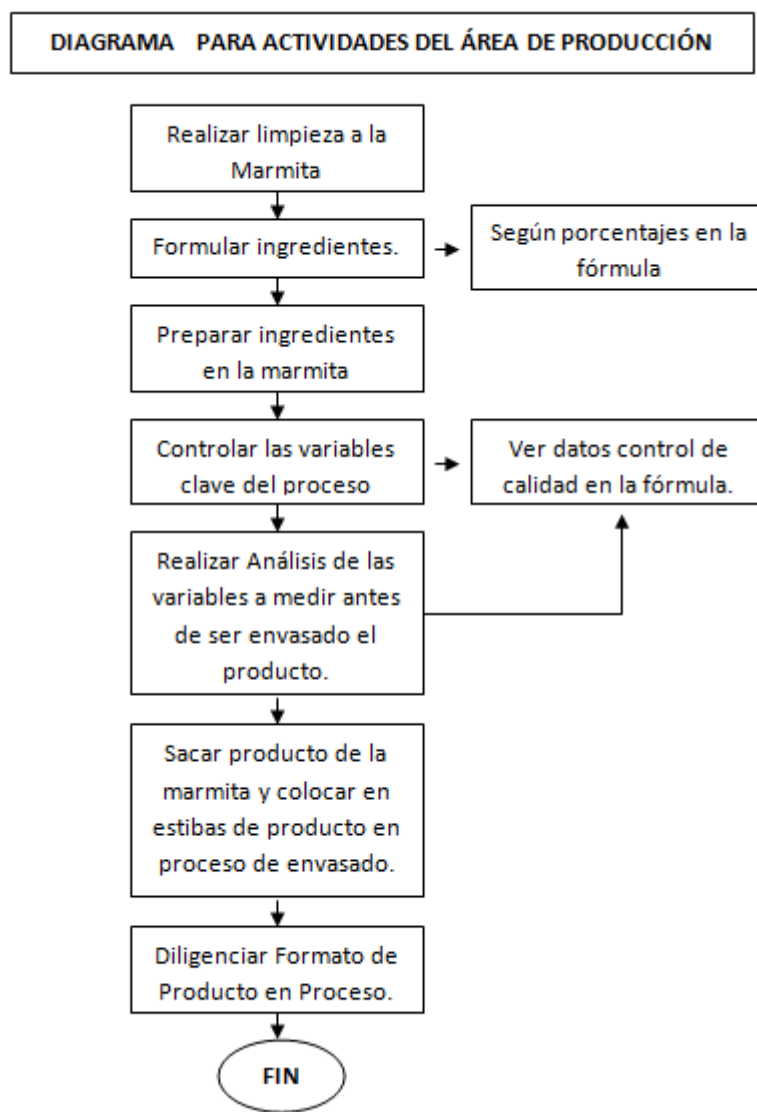


Figura 34 Diagrama para actividades del área de Producción.

Estándares para garantizar la Calidad del Producto: Se debe garantizar que siempre se cumplen los requerimientos del cliente y para esto es importante la estandarización en los procesos. Luego de que los operarios conocen el flujo de las operaciones en su área de trabajo, se crean estándares que faciliten el control de las variables clave para garantizar la calidad del producto. La Figura 35, muestra la estandarización de variables clave para la producción de Salsa Soya. Por ejemplo, siempre que se produzca esta salsa, el ph oscilará entre 3,6 a 4,0, la temperatura de cocción deberá ser 72°C, el tiempo de agitación de 1:30 (una hora y media) y el color deberá ser negro característico del caramelo.

Formato de Producción de Salsa Soya:

Gramos a Preparar	329,897
PERDIDA POR EVAPORACIÓN	0%
PERDIDA	3%
Gr Teóricos Finales	320,000

INGREDIENTE	PREPARACIÓN		LOTE
	GR A PREPARAR	%	
INGREDIENTE # 103	254,908.8	77.27%	
INGREDIENTE # 30	38,128.7	11.56%	
ESPESANTE # 1	211.0	0.06%	
CONSERVANTE # 1	150.9	0.05%	
TOTAL	329,897	100.00%	

TEMPERATURA DE COCCIÓN: 72 °C _____

TIEMPO DE AGITACIÓN: (320Kg) 1: 30 horas _____

VARIABLES A MEDIR ANTES DE ENVASADO:

% DE ACIDES: (0,4 - 1,75)

PH: (3,6 - 4,00) a 20° C

GRADOS BRIX: (8 - 12)

COLOR: Negro característico del color caramelo.

OLOR: Propio de la proteína

SABOR: Característico de la proteína

Observación: tener en cuenta estas variables y diligenciarlas en el formato de producto en proceso

FORMULADO POR: _____

PREPARADO POR: _____

APRUEBA PARA ENVASAR: _____

Figura 35 Estandarización de variables clave para la calidad en los productos.





Manuales de Mantenimiento de Calidad: La última actividad del paso 6 del Mantenimiento Autónomo es realizar manuales en donde se estandarice el mantenimiento y control de las piezas de repuesto, productos finales, elementos de limpieza, entre otros, y se debe introducir controles visuales en los lugares de trabajo. La información de la Tabla 37, Tabla 38, Tabla 39 y Figura 36, es útil para la estandarización en los manuales.

Tabla 37 Stock piezas de repuesto para mantenimiento en la Marmita y Dosificadora.

Stock Piezas de Repuesto Mensual		
Cantidad	Descripción Pieza	Lugar donde se usan las piezas
1	Llave T10	Dosificadora
1	Llave T12	Dosificadora
1	Llave tubular 8 mm	Marmita
1	Selector 0-1	Dosificadora
1	Válvula neumática de 5/2 vías	Dosificadora
5	Fusibles de 1 amperio	Dosificadora
3 mts.	Manguera de 8 mm	Marmita
1	Kit de guarniciones FRL	Dosificadora
1	Sopletes o Quemadores	Marmita

La cantidad de piezas como repuesto para el mantenimiento, fueron calculadas de acuerdo con el historial de problemas y averías en los equipos.

Tabla 38 Tipos de Lubricantes con sus respectivos stocks.

Tipos de Lubricantes		
Cantidad	Tipo de Lubricante	Parte del equipo
2 Litros	Mobilgear 630 	Motoreductores Reductores
1 Litro	Mobilgrase hp 	Cople
2 litros	Shell Tellus 10 	Para lubricador del FRL
1 Frasco	Shell Cassida grease RLS 2 	Para Empack

La cantidad del tipo de lubricante necesario para el mantenimiento, es establecida inicialmente de acuerdo con los valores recomendados por el proveedor del equipo, luego se debe ir ajustando, con el promedio mensual de consumo.

Tabla 39 Stocks productos de limpieza.

Stocks productos de Limpieza			
Producto	Stock	Herramienta	Stock
Jabón neutro	2 botellas	Limpiones	3 unidades
Sanichlor	1 bidón	Escobillones	2 unidades
Lidecuat	1 bidón	Esponjas	10 unidades
Desiper	1 Botella	Cepillo	1 unidad
Dioxisan	1 bidón	Traperas	2 unidades

La cantidad de producto en stock de los productos de limpieza, fueron calculados de acuerdo con los instructivos de preparación de detergentes y desinfectantes, utilizados en la limpieza de los equipos.

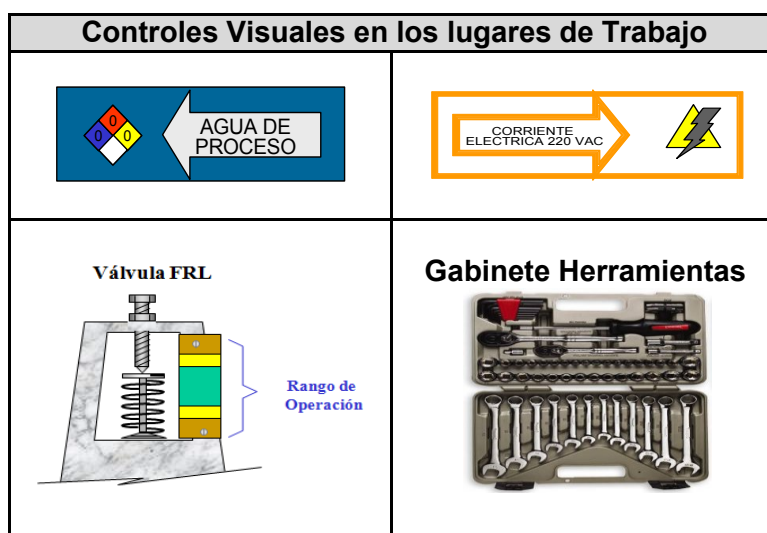


Figura 36 Controles visuales en los lugares de trabajo.

Paso 7: Práctica plena de la auto-gestión.

La empresa debe definir mejoras y los correspondientes estándares para reducir costos, eliminando los desperdicios en los procesos; los operarios por su parte deben estar capacitados en el análisis de los indicadores relacionados con el desempeño en sus puestos de trabajo, con el propósito de que puedan sugerir posibles alternativas de mejora. La Tabla 40 es un ejemplo de los diferentes indicadores que se pueden medir en un proceso con respecto a la eficacia del mantenimiento autónomo.

Tabla 40 Indicadores para medir eficacia del mantenimiento en los procesos.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Número de fallos de proceso	Número de fugas, incidentes de contaminación, y fenómenos similares.	Minimizar	-	Incluye cualquier fenómeno que haya conducido a anomalías de proceso o calidad-normalmente denominadas "problemas de proceso"
Costo de defectos de proceso	Costo total de pérdidas generadas por cada tipo de producto.	Minimizar	-	Costes por degradación de productos, y valor de coste de desechos.
Costos de paradas debidas a fallos	Tiempo de paradas x coste por unidad de tiempo	Minimizar	-	Incluido la producción perdida, costos de energía, y costes de horas perdidas de personal.
Tasa de costos de mantenimiento	$\frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Costo total de producción}} \times 100$	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Indica la proporción de los costos de mantenimiento sobre el costo total.
Frecuencia de accidentes	$\frac{\text{Número de dañados/accidentados}}{\text{Horas de trabajo totales}} \times 100$	0	Anual	Número de accidentes por millón de horas de trabajo personal.
Nivel de ruido del lugar de trabajo	Medir en puntos fijos usando "mapas de ruido"	Dentro de requerimientos legales	Medición periódica en puntos fijos	Medir también niveles de luz, concentraciones de polvo, niveles de gas tóxico, y otros factores que afecten el entorno.

Ejemplo de interpretación de Indicadores, por parte de los operarios:

Se tiene que el costo de parada debido a fallos en la Marmita es de: 2'046.460 en los últimos 18 meses, y la meta es minimizar ese indicador en un 70%.

Para lograrlo, un operario del área de producción, podría pensar en el tipo de falla que más se repite en el equipo (La marmita no calienta, debido al desgaste de los quemadores) y de acuerdo a esto podría plantear la siguiente solución de mejora:

- ¿Son los intervalos de mantenimiento periódico menores al tiempo de ocurrencia entre fallas? Si la respuesta es afirmativa, evaluar si al realizar el mantenimiento periódico, se está inspeccionando correctamente el desgaste de los quemadores.
Si la respuesta es "no", proponer a persona encargada, aumentar frecuencia de mantenimiento periódico en los quemadores de la marmita, para disminuir ocurrencia de fallas.

3.3.3 Mantenimiento Planificado

El Mantenimiento Planificado busca lograr dos objetivos:

- Mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas.
- Lograr la eficacia y la eficiencia en costos.

Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida

Preparar o actualizar los registros de los equipos: Primero, se deben escoger y evaluar cuáles son los equipos a los que se les realizará mantenimiento planificado, para esto, se preparan registros de los equipos en donde se incluyan datos del historial de operación y mantenimiento. La Figura 37 es un ejemplo de un formato para el registro de los equipos.

Registro Marmita			
1. Activo #: <u>01</u>			
2. Equipo: <u>Marmita</u> Modelo #: <u>96</u> Plano #: <u>N.A</u> Especi #: <u>N.A</u>			
3. Proceso: <u>Producción</u>			
4. Fecha fabr.: <u>07 de enero de 1996</u> Fecha Instalación: <u>Marzo 05 de 1997</u> Fecha de arranque: <u>Marzo 06 de 1997</u>			
5. Registro de especificaciones de cambios:			
Fecha	Especificaciones del equipo	Condiciones de operación	
03/04/2010	Utilizando corriente eléctrica de alimentación 110v, se asegura que el motor de la marmita no se queme, ni presente sobrecalentamiento.	Se debe mantener el aceite del Motoreductor en el rango correcto, señalado por el control visual.	
6.Registro de Mantenimiento:			
Fecha	Servicio Periódico	Fallos Principales	Mantenimiento Correctivo
09/07/2011	N.A	*No funcionan los quemadores.	*Se Cambiaron los quemadores.
16/11/2011		*Fugas en la red de gas.	*Se cambia tubería de gas
7.Especificaciones del principal equipo auxiliar:			

Fuente: (Suzuki, 1995)

Figura 37 Formato de registro de La Marmita.

Evaluar los equipos: Establecer criterios de evaluación, Priorizar los equipos y seleccionar equipos y componentes para PM (Mantenimiento Planificado): Una vez se tienen los registros de los equipos, se determinan atributos de evaluación (Seguridad, Calidad, Operaciones, Estatus de operación, etc.) y se establecen criterios de clasificación para cada atributo (por ejemplo, clases A, B, C). Finalmente, se decide cuales clases serán las que se tendrán en cuenta para el Mantenimiento Planificado. Véase Tabla 41.

Tabla 41 Criterios de evaluación de equipos.

Atributo	Criterios de evaluación	Clase
Seguridad: Efecto del fallo sobre personas y entorno.	Un fallo del equipo expone a riesgo de explosión u otros peligros; el fallo del equipo causa una polución seria.	A
	El fallo del equipo puede afectar adversamente el entorno.	B
	Un fallo no causará problemas de seguridad o entorno en las áreas circundantes.	C
Calidad: Efecto del fallo sobre calidad del producto.	El fallo del equipo tiene un gran efecto sobre la calidad (puede contaminar el producto o producir reacciones anormales que den origen a un producto fuera de especificaciones).	A
	Un fallo del equipo produce variaciones de calidad que pueden corregirse por el operario de forma relativamente rápida.	B
	Un fallo no podría afectar ni a la calidad ni al rendimiento.	C
Operaciones: Efecto del fallo sobre la producción.	Equipos con gran defecto sobre la producción, sin unidades de reserva, cuyos fallos son causa de que los procesos previos y siguientes paren por completo.	A
	Un fallo del equipo causa sólo una parada parcial.	B
	Un fallo del equipo tiene poco o ningún efecto sobre la producción.	C
Estatus de operación	24 horas de operación.	A
	De 7 a 14 horas de operación.	B
	Operación intermitente.	C
Período (Intervalo de fallo)	Paradas frecuentes (cada seis meses o más).	A
	Paradas ocasionales (aproximadamente una vez al año).	B
	Difícilmente se produce una parada (menos de una vez al año).	C
Mantenimiento: Tiempo y costo de reparación.	Tiempo de reparación: 4 horas o más; Costo de reparación: alrededor de 2'000.000	A
	Tiempo de reparación: 1 a 4 horas; Costo de reparación: entre 400.000 y 1'400.000	B
	Tiempo de reparación: Menos de 1 hora; Costo de reparación: menos de 400.000	C

Fuente: (Susuki, 1995)

A continuación se muestra el procedimiento para algunos equipos de una empresa de alimentos. Cada atributo (Seguridad, Calidad, Operaciones, etc.), es analizado con base a los criterios de evaluación presentados en la Tabla 41.

Equipo	Seguridad	Calidad	Operaciones	Estatus de operación	Período	Mantenimiento
Marmita	B	A	A	B	A	B
Dosificadora	A	B	B	B	A	B
Video Jet	C	B	B	C	C	C
Selladora	C	B	B	C	C	C
Licuada	C	C	B	C	C	C
Etiquetadora	C	B	B	C	C	C

Por último, para seleccionar los equipos, se creó una escala de calificación en la cual A= 5, B= 3, C=1, para promediar a nivel aritmético todos los valores; y los equipos que estén por encima de 3 serán los seleccionados para PM. Véase Tabla 42.

Tabla 42 Clasificación para seleccionar equipos PM.

Equipo	Seguridad	Calidad	Operaciones	Estatus de operación	Período	Mantenimiento	Promedio
Marmita	3	5	5	3	5	3	4
Dosificadora	5	3	3	3	5	3	3.67
Video Jet	1	3	3	1	1	1	1.66
Selladora	1	3	3	1	1	1	1.66
Licuada	1	1	3	1	1	1	1.33
Etiquetadora	1	3	3	1	1	1	1.66

Definir rangos de fallas: Se debe clasificar las fallas que se presentan en los equipos PM en un rango de una escala (por ejemplo: falla grande, falla intermedia o falla pequeña), dependiendo del impacto de ellas sobre los equipos. Véase Tabla 43y Tabla 44.

Tabla 43 Clasificación de Fallas en la Marmita.

Falla	Impacto en la producción	Clasificación
La Marmita no calienta.	Causa parada en procesos siguientes	Grande
Fugas en la red de gas.	Causa parada en procesos siguientes	Grande
Motor quemado.	Causa parada en procesos siguientes	Grande
Sobrecalentamiento, vibraciones, y ruidos inusuales en el motor.	Parada parcial del proceso.	Intermedia
Disminución en la velocidad y agarre de las aspas de la marmita.	No hay efecto sobre la producción	Pequeña
Quemadores desgastados.	No hay efecto sobre la producción	Pequeña

Tabla 44 Clasificación de Fallas en la Dosificadora.

Falla	Impacto en la producción	Clasificación
No arranca la máquina.	Causa parada en procesos siguientes	Grande
Fugas de aceite en el FRL.	Causa parada en procesos siguientes	Grande
Fuga de aire comprimido en los cilindros neumáticos o válvulas solenoides	Causa parada en procesos siguientes	Grande
Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración	Parada parcial del proceso.	Intermedia
Ruido inusual y sobrecalentamiento en el compresor	No hay efecto sobre la producción	Intermedia
La dosificadora efectúa movimientos muy retardados	No hay efecto sobre la producción	Pequeña

Comprender la situación: Luego de clasificar las fallas, se mide el número, Frecuencia, MTBF (Tiempos medios entre fallos), MTTR (Tiempos medios de reparación) y Costos de mantenimiento y reparación.

Para el análisis de fallas en La Marmita, Véase: Tabla 45, Tabla 46, Tabla 47, Tabla 48, Tabla 49, Tabla 50, Tabla 51.

Para el análisis de fallas en La Dosificadora, Véase: Tabla 53, Tabla 54, Tabla 55, Tabla 56, Tabla 57, Tabla 58 y Tabla 59.

La interpretación de los siguientes gráficos se realiza así:

- Las letras (A, B, C, etc.) representan el tiempo entre fallas. Las fechas de estos periodos se especifican al final de cada gráfico, y en negrita se coloca la fecha exacta en que falló el equipo.
- El término (F1= Falla #1, F2= Falla #2, etc.)
- La longitud de los cuadrados de colores simbolizan el tiempo de restauración de las fallas y se complementa con los datos que aparecen arriba (1d= 1día de restauración, 2d= 2 días de restauración, etc.)
- El periodo de análisis de fallas fue: Del 01 de Enero de 2011 a 01 de Junio de 2012. Se seleccionó dicho periodo debido a que el IPC ha estado bajo, y la empresa no ha hecho éste análisis antes. Además, un período de año y medio es representativo para las fallas de los equipos en producción.

Tabla 45 Análisis de Falla: La Marmita no caliente.

Falla: La marmita no caliente									
A	2d	B	1d	C	1d	D	1d	E	1d
<pre> graph LR F1[F1] --> F2[F2] F2 --> F3[F3] F3 --> F4[F4] F4 --> F5[F5] </pre>									
Número total de fallas: 5 fallas									
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 433/5= 86.6 días/falla									
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 6/5= 1.2 días/falla									
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$435.200									
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012: A: 06 de Enero de 2011 B: Del 09 de Enero de 2011 a Marzo 24 de 2011 C: Del 25 de Marzo de 2011 a Julio 09 de 2011 D: De Julio 10 de 2011 a Diciembre 15 de 2011 E: Del 16 de Diciembre de 2011 a Mayo 14 de 2012									

Tabla 46 Análisis de Falla: Fugas en la red de gas.

Falla: Fugas en la red de gas					
A	2d	B	2d	C	1d
<pre> graph LR F1[F1] --> F2[F2] F2 --> F3[F3] </pre>					
Número total de fallas: 3 fallas					
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 434/3= 144.6 días/falla					
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 5/3= 1.6 días/falla					
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$512.350					
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012 A: 09 de Mayo de 2011 B: Del 11 de Mayo de 2011 a Noviembre 16 de 2011 C: Del 17 de Noviembre de 2011 a Abril 10 de 2012					

Tabla 47 Análisis de Falla: Motor quemado.


Falla: Motor Quemado				
A	3 d	B	3 d	
				
Número total de fallas: 2 fallas				
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 433/2= 216.5 días/falla				
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 6/2=3 días/falla				
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$942.560				
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012				
A: 05 de Abril de 2011				
B: Del 08 de Abril de 2011 a Febrero 14 de 2012				

Tabla 48 Análisis de Falla: Sobrecalentamiento y vibraciones en el motor.


Falla: Sobrecalentamiento, vibraciones, y ruidos inusuales en el motor							
A	1 d	B	1 d	C	1 d	D	1 d
							
Número total de fallas: 4 fallas							
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 435/4= 108.7 días/falla							
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 4/4=1 día/falla							
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$64.050							
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012							
A: 04 de Enero de 2011							
B: Del 05 de Enero de 2011 a Marzo 08 de 2011							
C: Del 09 de Marzo de 2011 a Agosto 17 de 2011							
D: De Agosto 18 de 2011 a Febrero 07 de 2012							

Tabla 49 Análisis de Falla: Disminución en el agarre de las aspas.

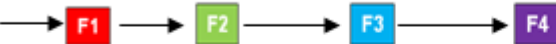
Falla: Disminución en la velocidad y agarre de las aspas de la marmita.							
A	1d	B	1d	C	1d	D	1d
							
Número total de fallas: 4 fallas							
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 435/4= 108.7 días/falla							
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 4/4=1 día/falla							
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$24.700							
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012							
A: 24 de Enero de 2011							
B: Del 25 de Enero de 2011 a Febrero 02 de 2011							
C: Del 03 de Febrero de 2011 a Abril 07 de 2011							
D: De Abril 08 de 2011 a Octubre 04 de 2011							

Tabla 50 Análisis de Falla: Quemadores desgastados.


Falla: Quemadores desgastados			
A	1d	B	1d
			
Número total de fallas: 2 fallas			
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 437/2= 218.5 días/falla			
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 2/2=1 día/falla			
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$67.600			
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012			
A: 28 de Febrero de 2011			
B: Del 1 de Marzo de 2011 a Septiembre 06 de 2011			

Tabla 51 Análisis de fallas en la Marmita.

Tipo de falla	Número de Fallas	% del total de fallas
La Marmita no caliente.	5	0.25
Fugas en la red de gas.	3	0.15
Motor quemado.	2	0.1
Sobrecalentamiento, vibraciones, y ruidos inusuales en el motor.	4	0.2
Disminución en la velocidad y agarre de las aspas de la marmita.	4	0.2
Quemadores desgastados.	2	0.1
Total	20	1

Tabla 52 Análisis de Pareto para fallas en la Marmita.

Tipo de falla	% del total de fallas	Acumulado
La Marmita no calienta.	25%	25%
Sobrecalentamiento, vibraciones, y ruidos inusuales en el motor.	20%	45%
Disminución en la velocidad y agarre de las aspas de la marmita.	20%	65%
Fugas en la red de gas.	15%	80%
Quemadores desgastados.	10%	90%
Motor Quemado	10%	100%

De los análisis de fallas que se presentan en La Marmita, se puede destacar que en el periodo comprendido entre el 1 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012, el costo en Mantenimiento y Reparación de las partes que fallaron, fue de 2'046.460. Bajo el análisis de Pareto de la Tabla 52 las fallas en las que se debe intervenir (Con un acumulado del 80%) son: La marmita no calienta; Sobrecalentamiento, vibraciones, y ruidos inusuales en el motor; Disminución en la velocidad y agarre de las aspas de la Marmita. Estos datos son de gran utilidad para el siguiente paso, donde se plantean indicadores y metas de Mantenimiento Planificado.

A continuación, se presentarán las fallas correspondientes a la Dosificadora:

Tabla 53 Análisis de Falla: No arranca la máquina.

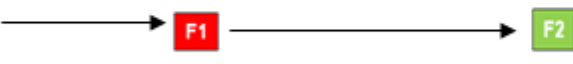
Falla: No arranca la máquina				
A	1 d	B	1 d	
				
Número total de fallas: 2 fallas				
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 437/2= 218.5 días/falla				
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 2/2=1 día/falla				
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$540.150				
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012				
A: Marzo 15 de 2011				
B: Del 16 de Marzo de 2011 a Noviembre 28 de 2011				

Tabla 54 Análisis de Falla: Fugas de aceite en el FRL.

Falla: Fugas de aceite en el FRL					
A	1 d	B	2 d	C	1 d
<pre> graph LR Start(()) --> F1[F1] F1 --> F2[F2] F2 --> F3[F3] </pre>					
Número total de fallas: 3 fallas					
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 435/3= 145 días/falla					
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 4/3= 1.3 días/falla					
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$384.200					
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012					
A: Enero 26 de 2011					
B: Del 27 de Enero de 2011 a Mayo 19 de 2011					
C: Del 21 de Mayo de 2011 a Octubre 11 de 2011					

Tabla 55 Análisis de Falla: Fuga de aire comprimido en cilindros neumáticos.

Falla: Fuga de aire comprimido en los cilindros neumáticos o válvulas solenoide			
A	2 d	B	1 d
<pre> graph LR Start(()) --> F1[F1] F1 --> F2[F2] </pre>			
Número total de fallas: 2 fallas			
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 436/2= 218 días/falla			
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 3/2= 1.5 días/falla			
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$298.700			
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012			
A: Abril 4 de 2011			
B: Del 06 de Abril de 2011 a Diciembre 05 de 2011			

Tabla 56 Análisis de Falla: Obstrucciones en los tubos de aceite.

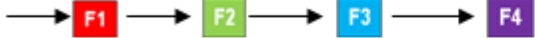
Falla: Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración							
A	1d	B	2d	C	1d	D	1d
							
Número total de fallas: 4 fallas							
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 434/4= 108.5 días/falla							
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 5/4=1.25 días/falla							
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$536.400							
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012							
A: 07 de Febrero de 2011							
B: Del 08 de Febrero de 2011 a Marzo 08 de 2011							
C: Del 10 de Marzo de 2011 a Junio 10 de 2011							
D: De Junio 11 de 2011 a Septiembre 29 de 2011							

Tabla 57 Análisis de Falla: Ruido inusual en el compresor.

Falla: Ruido inusual y sobrecalentamiento en el compresor					
A	1d	B	1d	C	1d
					
Número total de fallas: 3 fallas					
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 436/3= 145.3 días/falla					
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 3/3=1 día/falla					
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$25.800					
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012					
A: Agosto 22 de 2011					
B: Del 23 de Agosto de 2011 a Diciembre 12 de 2011					
C: Del 13 de Diciembre de 2011 a Mayo 16 de 2012					

Tabla 58 Análisis de Falla: Movimientos retardados en la Dosificadora.

Falla: La dosificadora efectúa movimientos muy retardados											
A	1d	B	1d	C	1d	D	1d	E	1d	F	1d
Número total de fallas: 6 fallas											
MTBF: Tiempo total de operación/número total de fallas: 433/6=72.2 días/falla											
MTTR: Tiempo total para resturar fallas/número total de fallas: 6/6=1 día/falla											
Costos de Mantenimiento y Reparación: \$275.100											
Fechas entre ocurrencia de fallas desde el 01 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012											
A: Noviembre 15 de 2011 B: Del 16 de Noviembre de 2011 a Diciembre 06 de 2011 C: Del 07 de Diciembre de 2011 a Enero 30 de 2012 D: De Enero 31 de 2012 a Marzo 12 de 2012 E: Del 13 de Marzo de 2012 a Abril 10 de 2012 F: Del 11 de Abril de 2012 a Mayo 16 de 2012											

Tabla 59 Análisis de fallas en la Dosificadora.

Tipo de falla	Número de Fallas	% del total de fallas
No arranca la máquina.	2	0.1
Fugas de aceite en el FRL.	3	0.15
Fuga de aire comprimido en los cilindros neumáticos o válvulas solenoides	2	0.1
Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración	4	0.2
Ruido inusual y sobrecalentamiento en el compresor	3	0.15
La dosificadora efectúa movimientos muy retardados	6	0.3
Total	20	1

Tabla 60 Análisis de Pareto para fallas en la Dosificadora.

Tipo de falla	% del total de fallas	Acumulado
La dosificadora efectúa movimientos muy retardados	30%	30%
Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración	20%	50%
Fugas de aceite en el FRL.	15%	65%
Ruido inusual y sobrecalentamiento en el compresor	15%	80%
Fuga de aire comprimido en los cilindros neumáticos o válvulas solenoides	10%	90%
No arranca la máquina.	10%	100%

De los análisis de fallas que se presentan en La Dosificadora, se puede destacar que en el periodo comprendido entre el 1 de Enero de 2011 al 01 de Junio de 2012, el costo en Mantenimiento y Reparación de partes que fallaron, fue de 2'060.350.

Bajo el análisis de Pareto de la Tabla 60, las fallas en las que se debe intervenir (Con un acumulado del 80%) son: La Dosificadora efectúa movimientos muy retardados, Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración, Fugas de aceite en el FRL y Ruido inusual y sobrecalentamiento en el compresor.

En total la empresa simulada gasta en Mantenimiento y Reparación 4'106.810, y una de las causas principales es no contar con programas de Mantenimiento Planificado que ayuden a reducir significativamente este valor.

Establecer objetivos de Mantenimiento: Indicadores, objetivos y metas para medir resultados y reducir los fallos a través del Mantenimiento Planificado. Véase Tabla 61.

El método para establecer las metas consiste en partir del comportamiento actual; se reúne el equipo de trabajo, se establecen los posibles proyectos de mejora y frente a ellos se identifica la posibilidad real de inversión. De acuerdo con lo anterior, el equipo decide qué meta puede ser lograda por la empresa.

Tabla 61 Metas de Mantenimiento Planificado.

Indicador	Meta de Mejora	Comportamiento Actual	Inversión *	Meta seleccionada
Según tipo de fallas	Marmita → 3 fallas	6 fallas	\$450.000	
	Dosificadora → 3 fallas	6 fallas	\$550.000	
Fallas por Categorías	Fallas Grandes → 3 fallas en los dos equipos	6 fallas en los dos equipos.	\$890.000	
	Fallas Intermedias → 1 falla en los dos equipos	3 fallas en los dos equipos.	\$650.000	
	Fallas Pequeñas → 0	3 fallas en los dos equipos.	\$200.000	
Fallos de procesos	Fugas, contaminación y obstrucciones → 0	1 falla en la Dosificadora	\$200.000	
Severidad de fallos de equipos	$\frac{\text{Tiempo de parada por fallas}}{\text{Tiempo de operación}} \times 100 \rightarrow$ Marmita: 20% ó menos	$\frac{8,8 \text{ d/mes}}{25 \frac{\text{d}}{\text{mes}}} \times 100$ = 35,2%	\$600.000	
Frecuencia de fallos en los equipos	$\frac{\text{Paradas por fallos}}{\text{Tiempo de operación}} \times 100 \rightarrow$ Dosificadora: 2% ó menos	$\frac{20 \text{ fallas}}{450 \text{ días}} \times 100$ = 4,4%	\$700.000	
Tasa de realización PM	$\frac{\text{Trabajos PM terminados}}{\text{Total programado para trabajos de PM}} \times 100$ → 85% o más	60%	\$900.000	

*Inversión estimada para subsanar problemas.

Paso 2: Revertir el deterioro y corregir debilidades

Una planta que sólo ha implementado Mantenimiento Autónomo en los equipos, está expuesta a que ocurran constantemente fallos inesperados. Por esta razón, el área de Mantenimiento o las personas responsables de realizar éste en las empresas, deben apoyar en todo momento al área de producción en actividades como revertir el deterioro y abolir los entornos que causan deterioro acelerado. Para lograrlo, se deben poner en

práctica, tareas de Mejora Orientada para corregir debilidades y ampliar periodos de vida de los equipos.

En este paso, se utilizará el pilar de Mejoras Orientadas para ayudar a reducir los fallos de proceso y por último se tomarán medidas para impedir la ocurrencia de fallos idénticos o similares.

MEJORAS ORIENTADAS:

Paso 0: Seleccionar un tema de mejora y formar un equipo o grupo de trabajo.

El tema de mejora a trabajar se escogió con base al análisis anteriormente realizado de fallas en los equipos, y se seleccionó trabajar en las fallas que se presentan en la Dosificadora, ya que son las que mayor costo representan para la empresa. Véase Figura 38.

Impreso de registro de mejora	
Fecha: Mayo 28 de 2012	
Tema: Disminuir el número de fallas en la dosificadora	Responsable: Equipo de proyecto
Tipo de pérdida: Fallos de los equipos	Líder: Luis Salgado
Duración Planificada: 108 días	Miembros: Equipo de Mantenimiento
Reuniones programadas.: 6 a 9 am cada viernes	
Fecha de arranque: Junio 15 de 2012	

Fuente: (Susuki, 1995)

Figura 38 Impreso de registro de tema.

También se debe crear un cronograma con la duración de todas las actividades. Véase Figura 39.

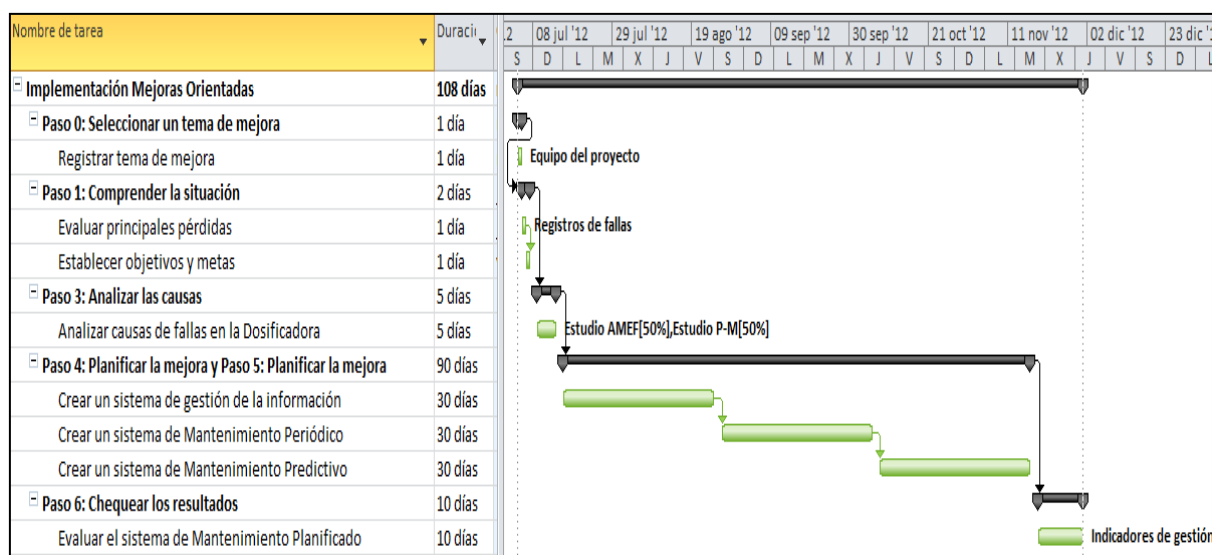


Figura 39 Cronograma de actividades para el Pilar: Mejoras Orientadas.

Paso 1: Comprender la Situación.

Se evalúan las principales pérdidas y se establecen objetivos y metas para eliminarlas o disminuirlas.

Datos relevantes de las fallas en la Dosificadora:

- **Costo Total de Mantenimiento:** 2'060.350
- **Número de días totales para restaurar las fallas del equipo:** 7 días/año
- **# de Unidades que salen en 1 día de envasado:** 1.730 unidades.
- **# de Unidades que salen en 7 días de envasado:** 12.110 unidades.
- **Precio promedio por unidad:** \$6.800
- **Costo Mano de obra en un día (4 personas):** \$18.890x4= \$75.560
- **Costo Total Mano de obra en 7 días:** \$528.920
- **Total Ventas pérdidas por restauración de fallas:** \$82'348.000/año
- **Costo Total por restauración de fallas:** \$82'876.920/año








Objetivos: Disminuir el número total de fallas en La dosificadora, para lograr disminuir el Costo total por restauración de fallas en un 75%.

Paso 2: Sacar a la luz y eliminar las anormalidades.

Las principales pérdidas se originan en el deterioro o en el fallo cuando no se establecen y mantienen las condiciones básicas del equipo.

En los primeros tres pasos del Mantenimiento Autónomo, se corrigieron satisfactoriamente las condiciones anormales, sin embargo, en la Figura 40 se puede ver que con la implementación de los siete pasos del Mantenimiento Autónomo, se está trabajando también en las cuatro fases para el cero averías: Estabilizar los intervalos entre fallos, Alargar la vida del equipo, Restaurar periódicamente el deterioro y Predecir la vida del equipo.

Los cuadros verdes indican con que pasos del cero averías están relacionado los siete pasos del Mantenimiento Autónomo. Por ejemplo, el paso 1 de Mantenimiento Autónomo: Realizar limpieza inicial, se relaciona con el Paso 1 de Cero Averías: Reducir la variación de los intervalos entre fallos.

	Reducir la variación de los intervalos entre fallos	Alargar los tiempos de vida de los equipos	Restaurar periódicamente el deterioro	Predecir los tiempos de vida del equipo
7 pasos del Mantenimiento Autónomo				
1. Realizar Limpieza Inicial	Restaurar el deterioro y establecer las condiciones básicas 			
2. Suprimir las fuentes de contaminación y mejorar la accesibilidad.	Abolir las condiciones que causan el deterioro acelerado 			
3. Establecer estándares de limpieza y chequeo.	Mantener las condiciones óptimas 			
4. Realizar inspecciones generales del equipo.	Desarrollar operarios competentes en equipos (evitar errores de operación) 			
5. Realizar inspecciones generales del proceso.	Desarrollar operarios competentes en procesos (capaces de operar, ajustar, y manejar correctamente anomalías) 			
6. Sistematizar el Mantenimiento Autónomo.	Sistematizar, remover o descartar los elementos innecesarios, ordenar eficientemente el resto. 			
7. Practicar una auto-gestión plena.				Consolidar las actividades de mejora 

Fuente: (Susuki, 1995)

Figura 40 Relación entre las cuatro fases del cero averías y las actividades del Mantenimiento Autónomo.

Paso 3: Analizar las causas

En este paso se analizan las principales causas que ocasionan las fallas en la dosificadora y para esto se utilizan técnicas como FMEA (Análisis modal de fallos y efectos) y PM (Los fenómenos se analizan en función de sus principios físicos), que son métodos analíticos que permiten no sólo identificar todas las causas, sino también conocer la severidad, frecuencia e impacto de las fallas en los equipos. Véase Tabla 62.

Tabla 62 Análisis de causas de fallas en la Dosificadora.

Falla	% de Ocurrencia (Según análisis de Pareto: Tabla 60)	Causas
La dosificadora efectúa movimientos muy retardados	30%	Presión de entrada es menor a 6 bares, 87 psi.
		Resorte de la válvula del regulador en mal estado.
Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración	20%	No están limpios los drenajes
		No se ha limpiado o sustituido el filtro del FRL.
Fugas de aceite en el FRL.	15%	Mangueras fisuradas o dañadas.
Ruido inusual y sobrecalentamiento en el compresor	15%	Está sucio el ventilador o las aletas de enfriamiento.
		Pernos de unión flojos.
Fuga de aire comprimido en los cilindros neumáticos o válvulas solenoides	10%	Tubos obstruidos.
		Hay tubos o mangueras que no están firmemente sujetos.
No arranca la máquina.	10%	Fusible de 1 amperio quemado.
		Bobina de electroválvula quemada.

Primero, se realiza el cuadro de problemas para la Dosificadora. En éste sólo se analizará los equipos, el personal y los métodos, ya que no se presentan problemas con los materiales utilizados al momento de envasar. Véase Tabla 63.

Segundo, se realiza FMEA para los problemas de la Dosificadora y de acuerdo a éste, las dos fallas que presentan mayor seriedad son: La dosificadora efectúa movimientos muy retardados y Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración, por esta razón, se realizará el análisis PM para estas fallas. Véase Tabla 64, Figura 41 y Figura 42.

Tabla 63 Cuadro de problemas Dosificadora.

Input de producción	Problema	Modo de defecto	Técnica de Investigación	Resultado de la investigación	Acción sugerida
Equipo:- Dosificadora	No arranca la máquina.	*Peso de producto inferior al requerido. *Desgaste o corrosión de partes de la dosificadora. *Producto contaminado.	*Chequear procedimientos para ajuste de rangos en el sistema neumático. *Chequear rangos de operación en sistema neumático *Chequear estándar de Mantenimiento.	*Los procedimientos son claros y bien establecidos. *Los rangos de operación son los establecidos por el fabricante del equipo para un funcionamiento correcto. *No se actualiza periodos de mantenimiento, de acuerdo a los análisis de fallas en la dosificadora.	*Crear equipos de mantenimiento bien establecidos, donde hayan responsables de las diferentes actividades y novedades en los equipos. *Reforzar capacitación al personal encargado del mantenimiento en la realización de análisis de tendencias en los equipos.
	Fugas de aceite en el FRL.				
	Fuga de aire comprimido en los cilindros neumáticos o válvulas solenoides				
	Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración				
	Ruido inusual y sobrecalentamiento en el compresor				
	La dosificadora efectúa movimientos muy retardados				
Personal Métodos	No hay estándar de reemplazo de resorte de válvula del regulador.	*Peso de producto inferior al requerido. *Desgaste de partes de la dosificadora.	*Chequear estándares para reposición de partes. *Investigar razones de sobrecalentamiento en motores.	*Inicialmente se tenía un periodo de repuesto de 5 años, pero según registro de fallas, se ha tenido que cambiar el resorte 2 veces en los últimos 5 años. *El sobrecalentamiento se produce cuando está sucio el ventilador o las aletas del motor.	*Crear un sistema para controlar piezas de repuesto. *Actualizar calendarios de Mantenimiento Planificado, según el registro y tendencia de fallas registradas. *Implementar Mantenimiento Periódico en los equipos importantes en el proceso.
	Procedimiento poco claro para chequear sobrecalentamiento en motores.				

Tabla 64 FMEA para fallas en la Dosificadora.

ANÁLISIS FMEA PARA FALLAS EN LA DOSIFICADORA

	5	4	3	2	1
Frecuencia	Crónico (cada lote).	Esporádico (1/mes).	Ocasional (1/3 meses).	Posible, pero raro.	Muy escasa probabilidad de ocurrencia.
Efecto	Fallo crítico (destruye resistencia, durabilidad)	Fallo importante (Dimensiones, o durabilidad fuera de márgenes de seguridad)	No puede instalarse en producto final (pieza errónea, ensamble incorrecto, defecto)	Superficie dañada (Defectos en el envase, fecha y etiqueta torcidas)	No causa defectos.
Detectabilidad	Imposible observar externamente	Sólo con la vista personal	Con instrumentos	Por control de la operación	El defecto es una característica obvia.

Problema	Modo de defecto	Frecuencia	Efecto	Detectabilidad	Seriedad	Proceso donde se detecta el defecto	Método de detección
Fugas de aceite en el FRL.	Desgaste de las partes del sistema neumático.	3	4	2	24	Envasado	Inspección visual.
Fuga de aire comprimido en los cilindros neumáticos o válvulas solenoides	Peso del producto es inferior al requerido	3	4	2	24	Envasado	Inspección visual.
Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración	No sale producto de la Dosificadora	3	4	5	60	Envasado	Inspección visual/ Medición de la caída de la presión.
Ruido inusual y sobrecalentamiento en el compresor	Desgaste de las partes del sistema neumático.	3	1	2	6	Envasado	Comparación visual con estándar predeterminado.
La dosificadora efectúa movimientos muy retardados	Peso del producto es inferior al requerido	4	5	4	80	Envasado	Inspección visual/ Medición de la caída de la presión.

ANÁLISIS PARA FALLAS EN LA DOSIFICADORA		Obstrucciones en los tubos de aceite y válvulas de respiración			
Fenómeno	Principios Físicos	Condiciones que producen el problema	Relación con equipos, personas, materiales y métodos	Resultados del análisis	Soluciones
No sale producto de la Dosificadora.	1. No se ha drenado el filtro de la unidad de mantenimiento del Sistema Neumático.(FRL)	1.1La acumulación excesiva de partículas extrañas en el filtro puede ocasionar que éstas sean arrastradas de nuevo por el aire. 1.2 La acumulación excesiva de agua en el filtro puede ocasionar que sean arrastradas de nuevo gotas de agua al sistema neumático, causando fallas de los componentes.	1.1.1Obstrucciones en los tubos y mangueras del sistema neumático. 1.1.2Fugas del producto por el cilindro neumático, debido a roturas en mangueras. 1.2.1Desgaste de las partes del sistema que necesitan ser lubricadas. *1.2.2Corrosión por presencia de humedad.	Se chequearon estándares de mantenimiento y se encontró que no se actualiza periodos de mantenimiento, ni limpieza en FRL de acuerdo a los análisis de fallas en la dosificadora	1. Crear un sistema de gestión de datos de fallos que permita analizar tendencias de fallos en los equipos.

Figura 41 Análisis P-M para Falla: Obstrucciones en los tubos de aceite.

ANÁLISIS PARA FALLAS EN LA DOSIFICADORA		La Dosificadora efectúa movimientos muy retardados			
Fenómeno	Principios Físicos	Condiciones que producen el problema	Relación con equipos, personas, materiales y métodos	Resultados del análisis	Soluciones
Peso del producto es inferior al requerido:	2. Presión de entrada es menor a 6 bares, 87 psi.	2.1Resorte de la válvula del regulador en mal estado, hace que la presión no sea bien regulada por la membrana. 2.2 Si el tornillo regulador del resorte está flojo o demasiado apretado, no se puede equilibrar la presión de entrada con la presión de salida necesaria para el buen funcionamiento del sistema.	2.1.1Cilindro Neumático efectúa movimientos retardados. 2.2.1Peso del producto no homogéneo.	Al Chequear estándares para reposición de partes, se encontró que no han sido apropiados los intervalos de mantenimiento, para el sistema neumático.	2. Implementar mantenimiento periódico en equipos que requieran verificaciones regulares por ser importantes en el proceso.

Figura 42 Análisis P-M para Falla: la Dosificadora efectúa movimientos muy retardados.

Tabla 65 Formato de informe de acciones y prevención de repetición de fallos.

INFORME DE FALLO							
Equipo :	Dosificadora			Número:	BP-61		
Fecha:	14 de Marzo 2011			Área:	Envasado		
Reparado en:	15 de Marzo de 2011.			Supervisor:	Catalina		
Descripción: <p>El Cilindro Neumático de la Dosificadora efectúa movimientos muy retardados, lo que hace que el peso del producto no se cumpla, y se termine el proceso manualmente hasta completar el peso establecido de cada producto.</p>							
Análisis de Anormalidad: (causas directas, causas indirectas, causas reales) <p>1. Presión de entrada es menor a 6 bares, 87 psi 2. Resorte de la válvula del regulador en mal estado. 3. El tornillo regulador del resorte está flojo o demasiado apretado 4. Los operarios encargados del mantenimiento no realizan servicios periódicos en los equipos..</p>							
Acción y contramedidas: <p>1. Capacitar a operarios en Mantenimiento Periódico y Predictivo en equipos importantes en el proceso. 2. Reforzar capacitación a los líderes de las áreas para que revisen a intervalos de tiempo preestablecidos los rangos de operación correcta en los controles visuales.</p>							
Acción para evitar accidentes similares:							
Situación	Equipo	Plan acción	Acción ejec.	Situación	Equipo	Plan acción	Acción ejec.
	Cilindro	/	/			/	/
	Filtro FRL	/	/			/	/

De acuerdo con el análisis P-M y con el cuadro de análisis de la dosificadora, se definen las acciones que deben ser tomadas con el propósito de evitar su ocurrencia, lo cual finalmente se verá sintetizado en el informe de fallo. Véase Tabla 65.

Paso 4: Planificar la mejora y Paso 5: Implementación de la mejora

Según el cuadro de problemas de la dosificadora, las acciones sugeridas, para disminuir el número de fallas en el equipo son:

1. Crear equipos de mantenimiento bien establecidos, donde hayan responsables de las diferentes actividades y novedades en los equipos.
2. Reforzar capacitación al personal encargado del mantenimiento en la realización de análisis de tendencias en los equipos.
3. Crear un sistema para controlar piezas de repuesto.
4. Actualizar calendarios de Mantenimiento Planificado, según el registro y tendencia de fallas registrados.
5. Implementar Mantenimiento Periódico en los equipos importantes en el proceso.

Todas estas acciones están relacionadas con los pasos 3, 4 y 5 del Mantenimiento Planificado, por lo que se desarrollarán dentro de este pilar.

El paso 6 de Mejoras Enfocadas: Chequear los resultados, está relacionado con el paso 6 del Mantenimiento Planificado: Evaluar el sistema de Mantenimiento Planificado, por lo que también se desarrollará en ese pilar.

De acuerdo con la anterior, a continuación se seguirá desarrollando el pilar de Mantenimiento Planificado.

Paso 3: Crear un sistema de gestión de la Información

Una vez, se haya creado mejoras para reducir los fallos de proceso, es importante crear un sistema de gestión de la información, en donde se lleve un registro lógico y organizado de los datos de mantenimiento de los diferentes equipos en las empresas. Este sistema es útil, no sólo porque almacena la información, sino también porque permite realizar análisis en el tiempo del comportamiento de los equipos y las tendencias de fallos, para luego tomar decisiones importantes sobre los intervalos de Mantenimiento y reposición de las partes de las máquinas.

Hay que tener en cuenta que un sistema de gestión del mantenimiento informatizado no funciona eficazmente si se presentan fallos grandes e intermedios, por esto, se debe implementar un sistema de gestión de datos de fallos como primer paso.

Crear un sistema de gestión de datos de fallos: El sistema de gestión de fallos, debe incluir datos sobre la ocurrencia de fallas en los equipos, de tal manera que los operarios puedan usar la base de datos para generar informes de las fallas pequeñas y se discutan en reuniones frecuentes (De carácter diario); y en periódicas (De carácter semanal), hablar sobre las fallas intermedias y grandes, teniendo en cuenta las acciones realizadas en cada equipo y las fallas que no pudieron ser reparadas satisfactoriamente. (Susuki, 1995). En la Figura 43 se puede ver un ejemplo de resumen periódico de fallos, y en la Figura 44 un ejemplo de lista de fallos de equipos.

RESUMEN PERIÓDICO DE FALLAS										
Periodo: 1/06/2010 a 1/06/2012										
Fallas Mecánicas	Equipo PM				Conjunto del Equipo					
Equipos	Total mensual	% mensual	Total acum.	% acum.	Total mensual	% mensual	Total acum.	% Acum.	Tiempo Parada	Horas Repar.
Dosificadora	3	27.6	34	28.6	3	27.6	34	28.1	0	17
Marmita	2	16.2	15	9.4	2	16.2	15	8.4	0	18

Fuente: (Susuki, 1995)

Figura 43 Resumen periódico de fallas en equipos PM.

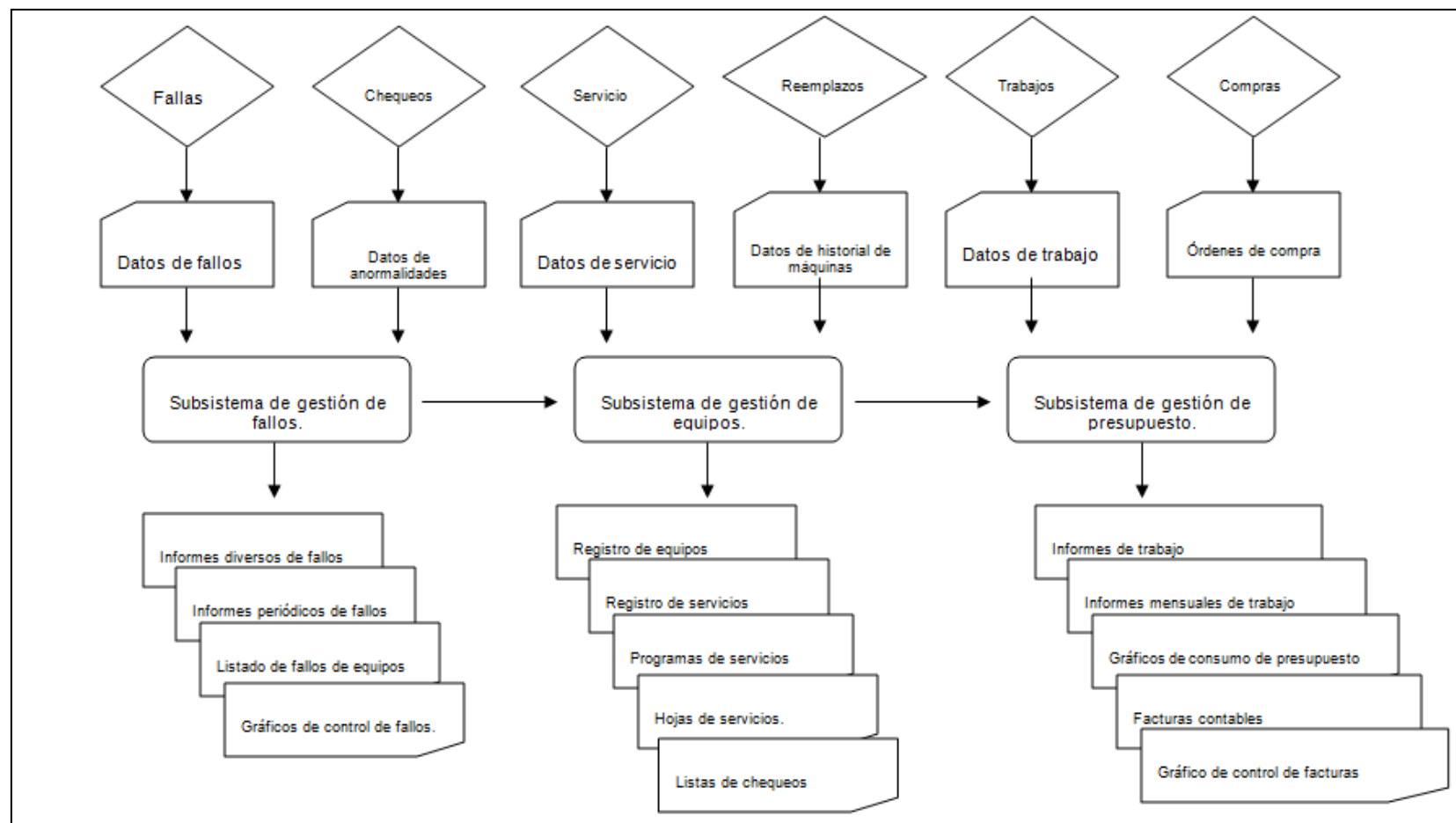
LISTADO DE FALLAS DE EQUIPOS Fecha de inspección: 3/09/2010 Periodo: 1/06/2010 a 1/06/2011						
Equipo	Fecha de fallo	Clase	Componente	Descripción	Fallo	Observaciones
Dosificadora	07/07/2010	B	Cilindro Neumático	Parada	Fallo en embolo	Fuga de producto
Dosificadora	03/08/2010	C	Cilindro Neumático	Parada	Fallo en embolo	
Dosificadora	10/11/2010	B	Cilindro Neumático	Excedido tiempo de ciclo	Movimientos retardados en cilindro.	Presión de trabajo menor en el regulador.
Dosificadora	12/01/2011	B	Pistón	Parada		Anomalia en sensores de proximidad.
Dosificadora	16/03/2011	B	Electroválvula	Parada	Bobina quemada	

Fuente: (Susuki, 1995)

Figura 44 Lista de fallos de equipos.

Crear un sistema de gestión del mantenimiento de equipos: Luego, cuando ya no se producen fallos grandes e intermedios, se puede crear el sistema de gestión de mantenimiento de equipos, en el cual se realiza control de historiales de máquinas, planificación de mantenimiento, planificación de inspecciones, entre otros aspectos.

La Figura 45 es un ejemplo de la estructura del sistema de gestión del mantenimiento computarizado.



Fuente: (Susuki, 1995)

Figura 45 Sistema de gestión de mantenimiento computarizado.

Crear un sistema de gestión de presupuestos de equipos: En él se calcula, asigna y totaliza los presupuestos de mantenimiento. Debe contener la siguiente información:

(Susuki, 1995)

- Informes para diferentes trabajos de mantenimiento que muestren el presupuesto para un determinado periodo en diferentes años.
- Programa que informe sobre empleo de trabajos y materiales, para calcular costos y stocks de materiales.
- Previsiones de vida de equipos que ayuden a asegurar que el mantenimiento se realiza apropiadamente.
- Datos que comparen el costo de mantener en condiciones óptimas el equipo con las pérdidas que se prevé provocarán los fallos o averías.

En la Figura 45 se incluyen todos los datos de la gestión del presupuesto.

Crear Sistemas para controlar piezas de repuesto, planos, datos técnicos, etc.: En el paso 6 del Pilar Mantenimiento Autónomo, se había creado listas de stocks de larga duración para los diferentes equipos. En este paso se usan esas listas y se ingresan al sistema de gestión de mantenimiento, como punto de partida con datos reales. Remítase a la Tabla 37, Tabla 38 y Tabla 39.

Con el tiempo, el sistema actualiza esos datos y entrega gráficos de consumo de presupuesto con respecto a los nuevos requerimientos de partes que deban mantenerse en stock según el registro de fallas en los equipos.

La estructura del sistema de información desarrollado en éste paso puede estar enfocado en: Hojas de vida de máquinas, Talento humano en mantenimiento, Programación de máquinas por producción, Programación de talento humano en mantenimiento, Disponibilidad de insumos para las actividades de mantenimiento, Programa de mantenimiento predictivo y programado y Presupuesto de mantenimiento.

Por último, el sistema de información, puede estar integrado en una de las bases de datos que conforme el ERP de una Compañía, de esta manera, el área de mantenimiento, podrá contar con información oportuna respecto al estado de la planta, en cuanto al funcionamiento de máquinas y equipos, al igual que el estado de avance de las acciones correctivas, predictivas y de mantenimiento programado. Así, se podrán tomar decisiones basadas en información confiable.

Paso 4: Crear un sistema de Mantenimiento Periódico

Siempre que falle el equipo antes de que transcurra el tiempo fijado para el mantenimiento, hay que analizar las razones y usar los resultados para revisar el intervalo de mantenimiento y las tareas a realizar antes del servicio siguiente. (Susuki, 1995)

Preparación del Mantenimiento Periódico: Debe haber control anticipado de unidades de reserva, piezas de repuesto, instrumentos de medida, lubricantes, planos y datos técnicos. Para lograrlo, el área de compras debe basarse los datos arrojados por el sistema para el control de piezas de repuesto, y asegurar la existencia de estos requerimientos antes de realizarse el Mantenimiento periódico.

Seleccionar equipos y componentes para Mantenimiento Periódico y formular un plan de Mantenimiento: Se evalúan los equipos que fueron designados para mantenimiento Planificado (Dosificadora y Marmita) y se seleccionan para Mantenimiento Periódico los equipos que cumplen alguna de las siguientes categorías:

- Equipos que por ley, requieren inspección periódica.
- Equipos con intervalos de mantenimiento determinados por experiencia.
- Equipos que requieren verificaciones regulares como consecuencia de su importancia para el proceso.
- Equipos con intervalos de reemplazo preestablecidos en función de la vida de servicio de sus componentes. (Susuki, 1995)

Ambos equipos, la Marmita y la Dosificadora, serán seleccionados para Mantenimiento Periódico ya que ambos requieren verificaciones regulares como consecuencia de su importancia en el proceso.

En el Mantenimiento Autónomo, ya se había creado intervalos de Mantenimiento Periódico para la Dosificadora y la Marmita, así que para empezar se usará estos mismos intervalos de tiempo, ya que los datos fueron obtenidos de las condiciones actuales de los equipos luego de aplicarles los primeros tres pasos del Mantenimiento Autónomo. Véase Figura 46.

Es importante llevar a su vez, un registro del responsable de la revisión, fecha aproximada de revisión, hora de inicio, tiempo estimado de revisión, materiales y herramientas requeridas.

INTERVALOS DE MANTENIMIENTO PERIODICO								
Parte o Máquina	HORAS DE TRABAJO							
	50	100	200	500	1000	2000	4000	5000
Fusible 1 amperio								
Selector 0-1								
Válvula neumática 5 vías								
Aceite para FRL								
Quemadores o sopletes								
Aceite para Motoreductor								
FRL								
Sistema Neumático								
<div> <div></div> Control y o revisión <div></div> Sustitución de partes <div></div> Regulación o Ajuste <div></div> Lubricación y Engrase. </div>								

Figura 46 Intervalos de Mantenimiento Periódico en los equipos.

Preparar o actualizar estándares: (Susuki, 1995)

- **Estándares de selección de materiales:** Se debe revisar y actualizar cuando hayan cambios en los procesos.
- **Estándares de estimación de trabajos:** Al implementar técnicas de mantenimiento, se debe replantear las horas trabajo, los costos de los equipos y materiales para elaborar los nuevos estándares de las tareas de mantenimiento.
- **Estándares de control de piezas de repuesto:** El departamento de almacenes debe controlar la entrega de herramientas o piezas de repuesto a los operarios, para esto se deben crear gabinetes para guardar las herramientas y un sistema de fichos para cada una ellas, de tal manera que cuando un operario reclame una herramienta sienta la responsabilidad de cuidarla y no dejarla ubicada en otro lugar diferente al almacén. Con respecto a las piezas de repuesto, las personas responsables del almacén deben controlar que no se excedan del stock mensual de piezas.

También se debe contar con fichas técnicas de las piezas de repuesto, de tal forma que sean útiles para realizar una orden de compra como también para inspeccionar los repuestos que lleguen del proveedor.

- **Estándares de control de lubricantes:** En los pasos del Mantenimiento Autónomo, se clasificaron las piezas con sus respectivos lubricantes, creando un sistema de colores para cada tipo de lubricantes y la cantidad necesaria para mantener en stock.

También es necesario contar con fichas técnicas de lubricantes, de tal forma que sean útiles para realizar una orden de compra como también para inspeccionar los lubricantes que lleguen del proveedor.

- **Estándares de seguridad:** Hay que crear estándares de seguridad, para el trabajo de mantenimiento. En el paso 1 de Mantenimiento Autónomo, se crearon instructivos de limpieza y mapas de seguridad de los equipos, en donde se mostraban procedimientos que se debían implementar antes de empezar la

limpieza de los equipos y garantizaban la seguridad de las personas. Para el mantenimiento aplican los mismos procedimientos, sin embargo, en la Tabla 66 se complementa esta información con un ejemplo de impreso de autorización de comienzo de trabajo de mantenimiento e informe de su terminación. En éste caso, se aplica a la seguridad del mecánico de mantenimiento, quien pasa por las diferentes estaciones de trabajo de la empresa, lo cual implica que sea capacitado integralmente en esas normas de seguridad.

Tabla 66 Informe de autorización de comienzo y terminación del trabajo.

Impreso Autorización de comienzo de trabajo de mantenimiento e informe de su terminación						
Instalación: _____		Descripción trabajo: _____				
Tiempo de comienzo programado: _____		Tiempo de terminación programado: _____				
PUNTOS DE CHEQUEO PREVIOS AL COMIENZO		Depto Producción			Depto. Trabajos	
		SI	NO	Autoriz	SI	NO
1. ¿Ha chequeado los detalles del trabajo el responsable?						
2. ¿Hay procedimientos completos para detectar gases inflamables, tóxicos y asfixiantes?						
Gas inflamable _____ %						
Gases tóxicos _____ %						
Gases asfixiantes _____ %						
3. ¿Están instaladas correctamente las placas de bloqueo en válvulas y otros mecanismos?						
4. ¿Está desconectado el equipo?						
5. ¿Están apropiadamente sellados los drenajes?						
6. ¿Están instalados extintores?						
7. ¿Está correctamente instalado el andamiaje o programada su instalación?						
Confirmación de seguridad		He verificado la condición de equipos, materiales, y contorno, y confirmo que hay seguridad para comenzar el trabajo				
Encargado/líder del equipo: _____		Supervisor producción: _____				
Supervisor de trabajos: _____						
PUNTOS DE CHEQUEO DE TERMINACIÓN		Depto trabajos/subcontratista				
		Secc.	Term	Autoriz.	Observ.	
1. ¿Están todas las mangueras de gas y cables ordenados limpiamente y sin obstrucciones?						
2. ¿Están en off todos los interruptores de tableros de distribución y de otros puntos?						
3. ¿Están los equipos, repuestos, materiales, etc., limpios, pulidos y debidamente ordenados?						
4. ¿Se ha informado al departamento de producción que se ha terminado el trabajo del día?						
Confirmación		Confirмо que he realizado los chequeos anteriores				
Director trabajos subcontratista/supervisor de trabajos: _____						
Confirмо los resultados de los chequeos anteriores: _____						
Departamento de Producción- Confirмado por: _____		Tiempo: _____				
Copias a: Director sección producción, Subcontratista, Director sección de trabajos.						

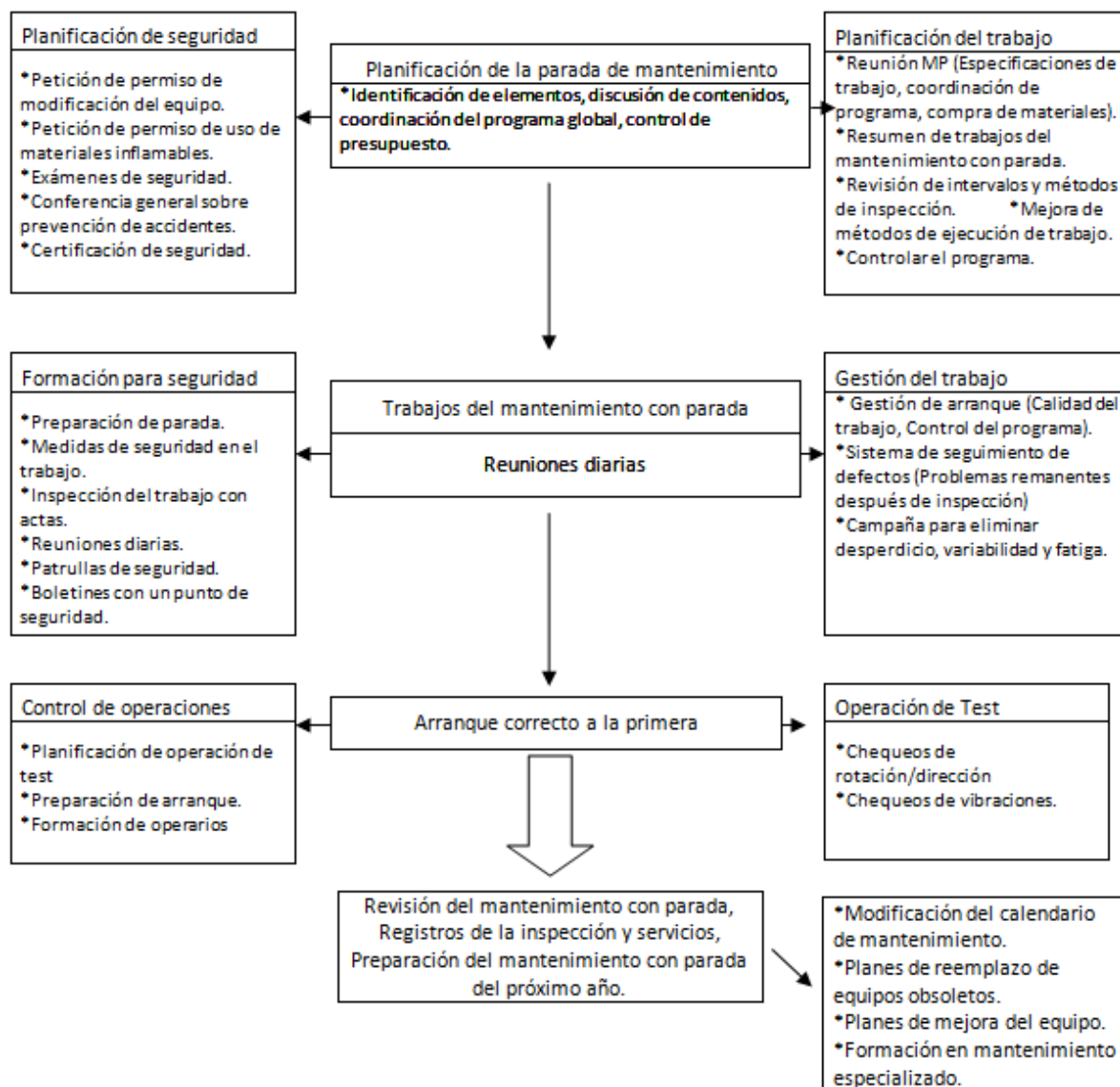
Fuente: (Susuki, 1995)

Mejorar la eficiencia del Mantenimiento con parada general y reforzar el control del trabajo subcontratado: Este mantenimiento se realiza a las partes que no pueden ser revisadas durante la operación normal. Es por esto que se planean actividades de mantenimiento con la planta parada, es decir, sin producción. Normalmente, suele llevarse en un tiempo mayor al presupuestado, ya que la mayoría de las veces se

encuentran con deterioros inesperados en los equipos o retraso en la recepción de materiales.

El mantenimiento con parada se utiliza además, para mejorar los diagnósticos del equipo, promover la fiabilidad y la gestión temprana en las principales máquinas de los procesos.

Como primer paso, se debe realizar la planificación del mantenimiento con parada y segundo se deben crear informes de dichos mantenimientos. Véase Figura 47, Figura 48 y Tabla 67.



Fuente: (Susuki, 1995)

Figura 47 Planificación del mantenimiento con parada.

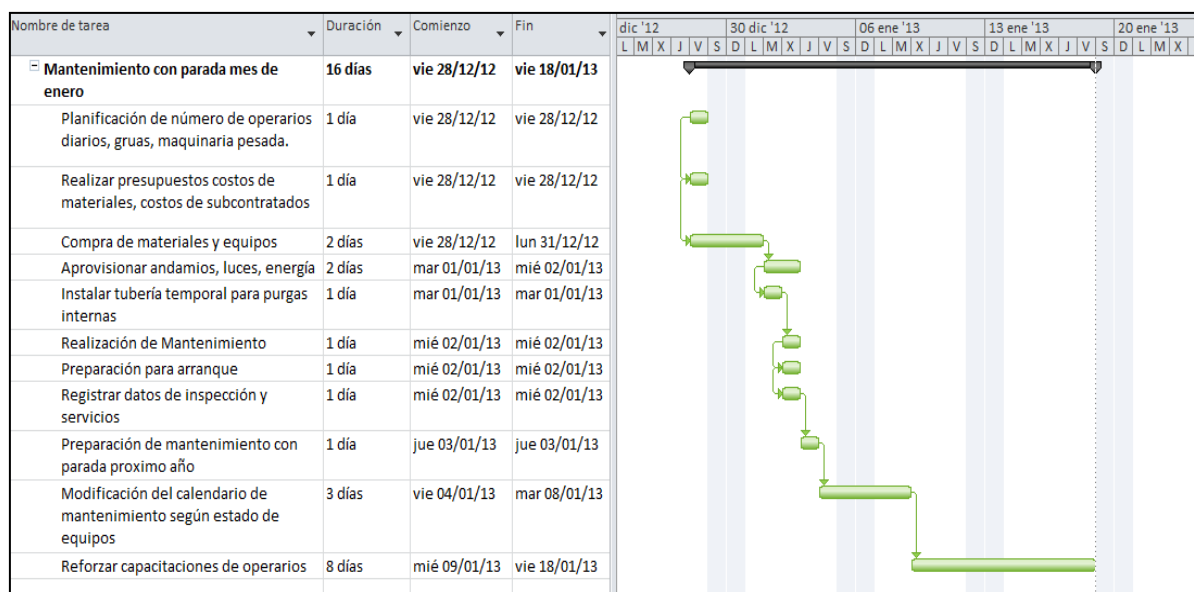


Figura 48 Cronograma de actividades Mantenimiento de parada del mes de Enero.

Tabla 67 Informe de Mantenimiento con parada.

General
-No hay daños a empleados de subcontratistas
-Progreso del trabajo del mantenimiento con parada: 97-98%
Mantenimiento con parada
Marmita: Satisfactorio el test de fugas en la red de gas, comenzada la inspección de reemplazo de quemadores.
Dosificadora: Un test de fugas en tubos, reveló fugas de aceite en la unidad de mantenimiento. Una era debida al desgaste en los tubos de la red del sistema neumático. Esta falla ha sido reparada satisfactoriamente.
Nuevo Trabajo
Marmita: Los test han revelado inicios de sobrecalentamiento en el motor de la marmita, por lo que se limpiaron los ventiladores y las aletas de enfriamiento, y se chequearon que todos los pernos estuvieran en su rango de operación correcta, según el control visual.
Inspecciones del gobierno
Marmita: 22/8 seguridad contra fuego, gas de alta presión.
Dosificadora: 29/8 contra fuego.
Elementos Especiales
Ninguno

Fuente: (Susuki, 1995)

Paso 5: Crear un sistema de Mantenimiento Predictivo.

Aunque se disminuyan considerablemente los fallos al implementar Mantenimiento Periódico, se seguirán presentando fallas inesperadas en los equipos, debido a que el mantenimiento periódico se basa en el tiempo y asume tasas hipotéticas de deterioro del equipo. Por esta razón es recomendable apoyar el Mantenimiento Periódico con el Mantenimiento predictivo, ya que este último se basa en condiciones reales del deterioro de los equipos, a través del diagnóstico de características que indican fiablemente el deterioro como los son la vibración, temperatura, presión, contaminación de lubricantes, tasa de corrosión, resistencia eléctrica y tasa de flujo. (Susuki, 1995)

Introducir técnicas de diagnóstico de equipos: Se debe formar a diagnosticadores, comprar equipos de diagnóstico e implementar un plan de diagnóstico en los equipos seleccionados. Figura 49.

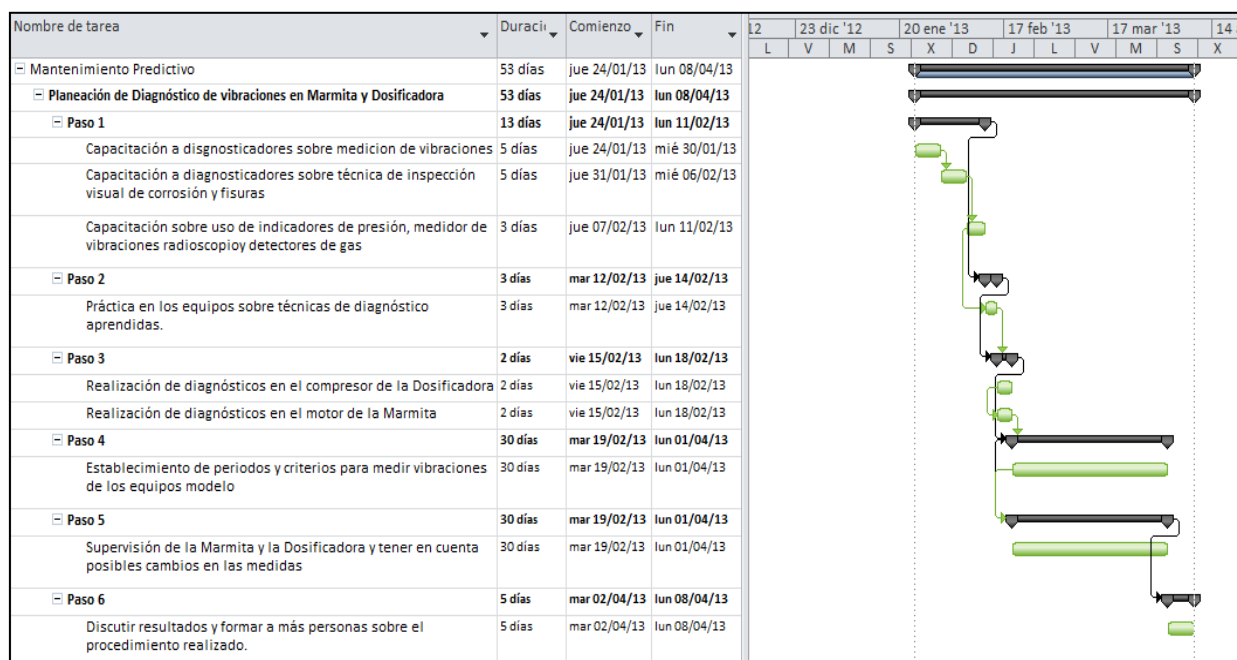


Figura 49 Cronograma de Formación e implementación de plan de diagnóstico.

Una vez se forma a los diagnosticadores y se realizan las pruebas en los equipos modelos (Motor Marmita y Compresor de la Dosificadora), se procede a aplicar técnicas de diagnóstico para las diferentes anomalías y se especifica el tipo de equipo que se necesita para realizar los respectivos diagnósticos. Véase Tabla 68.

Tabla 68 Técnicas de diagnóstico para equipos estáticos.

Anomalia	Causa	Técnica de Diagnóstico	Equipo
Columnas/ Tanques Fugas	Corrosión, fisuras, guarnición no estanca.	Inspección visual, test de agua espumosa, detección de gas, medida de espesor de paredes.	Líquidos coloreados o espumosos, detectores de grietas magnetoscópicos, detectores de gas.
Vibraciones	Resonancia con vibraciones de maquinaria rotativa.	Medición de vibraciones	Medidor de vibraciones
Contaminación interna	Corrosión, fluidos internos anormales.	Chequear condiciones de operación, analizar la carga.	Radioscopia, registros de operación.
Tubería- Fugas	Corrosión, erosión, perforación.	Inspección visual, detección de gas, test con líquido espumoso.	Detector de gas, detectores de grietas magnetoscópicos, indicadores ultrasónicos de espesores.
Obstrucciones	Válvulas obstruidas o bloqueadas, materias extrañas, grasa o desechos acumulados.	Medida de caída de presión, radioscopia.	Indicador de presión, Radioscopia.
Deformaciones, doblados.	Suspensiones y apoyos anormales.	Medición desplazamiento	Escala, indicador de nivel, teodolito.
	Fuerza externa anormal, tensión térmica.	Chequeo de fuerzas externas y temperaturas.	Registros de operación.

Fuente: (Susuki, 1995)

Preparar diagrama de flujo del sistema de Mantenimiento Predictivo:

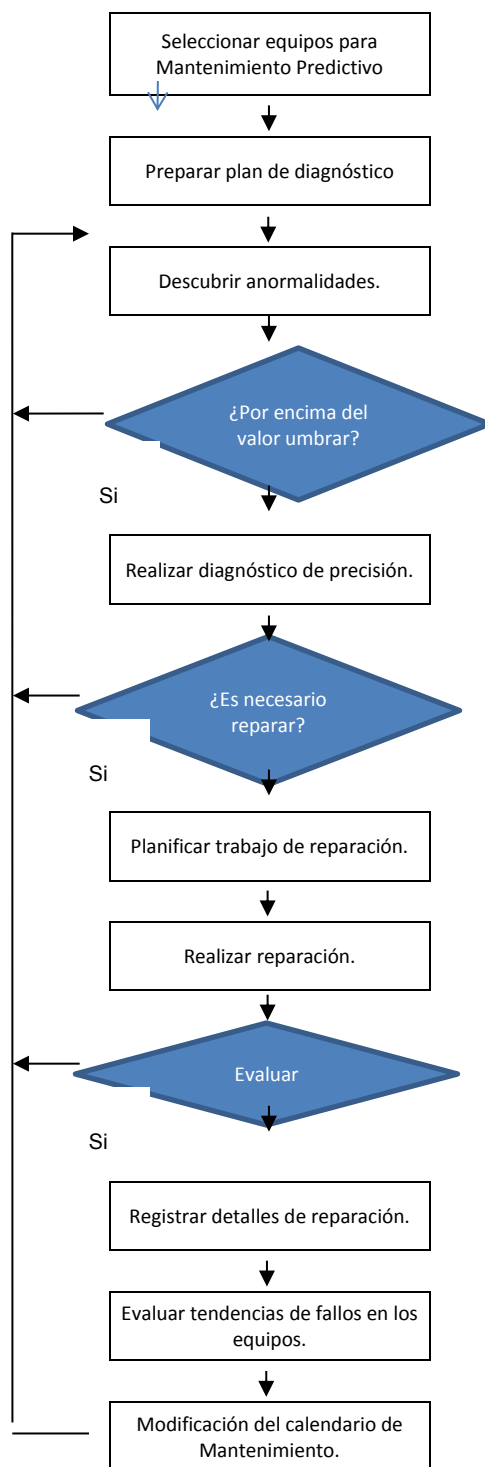
En la Figura 50 se muestra en diagrama de flujo que indica el orden de las actividades a realizar en el Mantenimiento Predictivo.

Como se mencionó en el Pilar de Mejoras Orientadas, con el Paso 3,4, y 5 del Mantenimiento Planificado, se daría solución a los problemas de fallas que más frecuencia tienen en la Dosificadora, ya que el Mantenimiento Periódico y el Mantenimiento Predictivo son un complemento del Mantenimiento Planificado para evitar fallas inesperadas en los equipos, y en ellos se capacita a los operarios en el análisis de los datos registrados para encontrar tendencias o patrones de comportamiento en la vida útil de los equipos.

Paso 6: Evaluar el Sistema de Mantenimiento Planificado

Para que la implementación de todo el pilar de Mantenimiento Planificado funcione, debe haber un trabajo conjunto de las áreas de Producción y Mantenimiento, ya que la primera debe encargarse de mantener las condiciones básicas en los equipos y la segunda debe encargarse de establecer tendencias con las técnicas de diagnóstico y de realizar chequeos y servicios periódicos en todos los equipos, basándose en los calendarios de mantenimiento previamente establecidos.

Además se deben implementar indicadores que les proporcione información sobre el avance en metas de mejoramiento en las diferentes áreas de la organización. Véase Tabla 69.



Fuente: (Susuki, 1995).

Figura 50 Diagrama de Flujo de Mantenimiento predictivo.

Tabla 69 Indicadores para medir la eficacia del Mantenimiento.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Reducción de costos	Reducción de costos absoluta o en porcentaje.	De acuerdo con meta anual.	Semestral	Porcentaje de reducción de costos o umbral de rentabilidad.
Eficiencia de inversiones en equipo	$\frac{\text{Producción por período}}{\text{Valor de activos fijos al final del período}}$	De acuerdo con meta anual	Semestral	Indica la productividad de las inversiones en equipos.
Número de fallos de equipos.	Valores actuales para cada clase de equipos.	Grado A= 0 Grado B= 1/10 Grado C= 1/15	Mensual	Número (para cada clase de equipos) de averías inesperadas que han conducido a paradas de producción.
Frecuencia de fallos	$\frac{\text{Número total de paradas debidas a fallos}}{\text{Tiempo de carga}} \times 100$	0,10% o menos	Mensual	Referido a las paradas de 10 minutos o más de duración.
Tasa de gravedad de fallos.	$\frac{\text{Tiempo total de paradas debidas a fallos}}{\text{Tiempo de carga}} \times 100$	0,15% o menos	Mensual	Mantener el tiempo total de paradas dentro de 1h/mes.
Tasa de mantenimiento de emergencia	$\frac{\text{Número de trabajos EM}}{\text{Número total de trabajos PM y EM}} \times 100$	0,5% o menos	Mensual	PM= Mantenimiento Preventivo EM=Mantenimiento de Emergencia
Número de pequeñas paradas y tiempos muertos	Tendencia en el número de pequeñas paradas y tiempos muertos.	0	Total mensual (media diaria)	Referido al número de pequeñas paradas y tiempos muertos de menos de 10 minutos.
MTBF	$\frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Número de paradas}}$	2-10 veces	Mensual	Intervalo medio entre fallas.
MTBF	$\frac{\text{Tiempo total de parada}}{\text{Número de paradas}}$	1/2 a 1/15	Mensual	Tiempo medio de reparaciones
Arranque vertical después de las paradas de mantenimiento.	Tendencia en el número de problemas de arranque después de las paradas de mantenimiento.	Minimizar	Anual	Evitar los fallos tempranos después de las paradas de mantenimiento.
Tasa de logros del PM	$\frac{\text{Tareas PM terminadas}}{\text{Tareas PM planificadas}} \times 100$	90% o más	Mensual	Indica el nivel de la planificación del mantenimiento.
Tasa de reducción de costos de mantenimiento.	Tendencia en la reducción de costos de mantenimiento.	De acuerdo con metas anuales.	Semestral	Comparación con situación anterior a introducción TPM.

Fuente: (Susuki, 1995)

MEDICIÓN DE RESULTADOS:

Según opinión de un experto en Mantenimiento Productivo Total, al implementar todas las actividades del Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado en los equipos, el factor de utilización en la empresa aumenta significativamente durante el primer año, al igual que el número de fallas en los equipos y el costo de reparación y mantenimiento disminuyen. Véase Tabla 70, Tabla 71 y Figura 51.

Tabla 70 Mejoras cuantitativas en Dosificadora.

Mes	Factor de Utilización (%)	Mejoras Cuantitativas en Dosificadora.
1	81.00	El tiempo presupuestado para implementar el programa de Mejoras Orientadas es de 108 días, es decir 3 meses con 18 días, en los que los operarios se están adaptando a los nuevos procedimientos en sus áreas para disminuir el número de fallas en la Dosificadora. Por esta razón el factor de utilización permanece constante.
2	81.00	
3	81.00	
4	81.00	
5	83.43	Una vez los operarios utilizan el sistema de gestión de datos de fallas, el sistema de mantenimiento periódico y predictivo (Alternativas de mejora planteadas en el cuarto y quinto pilar de mejoras orientadas), aumenta paulatinamente el factor de utilización en los meses 5,6 y 7 hasta llegar a un 9% de mejora, con respecto al valor inicial.
6	85.93	
7	88.51	
8	92.93	En los meses 8 y 9, cuando los operarios del mantenimiento utilizan el sistema de gestión de información computarizado, para realizar inspección de tendencias y proyecciones de servicios de mantenimiento a los equipos, aumenta en un 5% el factor de utilización en comparación con el valor de los meses anteriores, debido a que se realiza chequeos y revisión periódica, antes de que ocurran la fallas en los equipos.
9	92.93	
10	93.86	Cuando ya se tiene bien implementado el programa de mantenimiento planificado, el factor de utilización puede subir en un 1% más, al plantearse metas con los indicadores de gestión. A partir de este valor, el factor de utilización permanece constante, y para lograr incrementarlo, se necesita realizar inversiones en instrumentos de diagnósticos o en mejoras de diseño de las partes del equipo que más fallan.
11	93.86	
12	93.86	

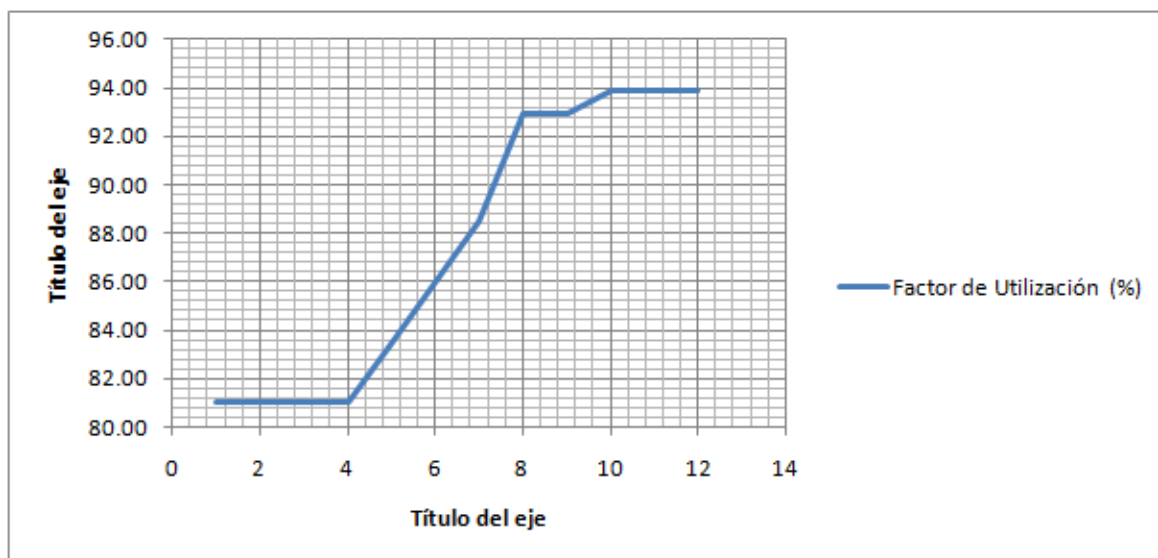
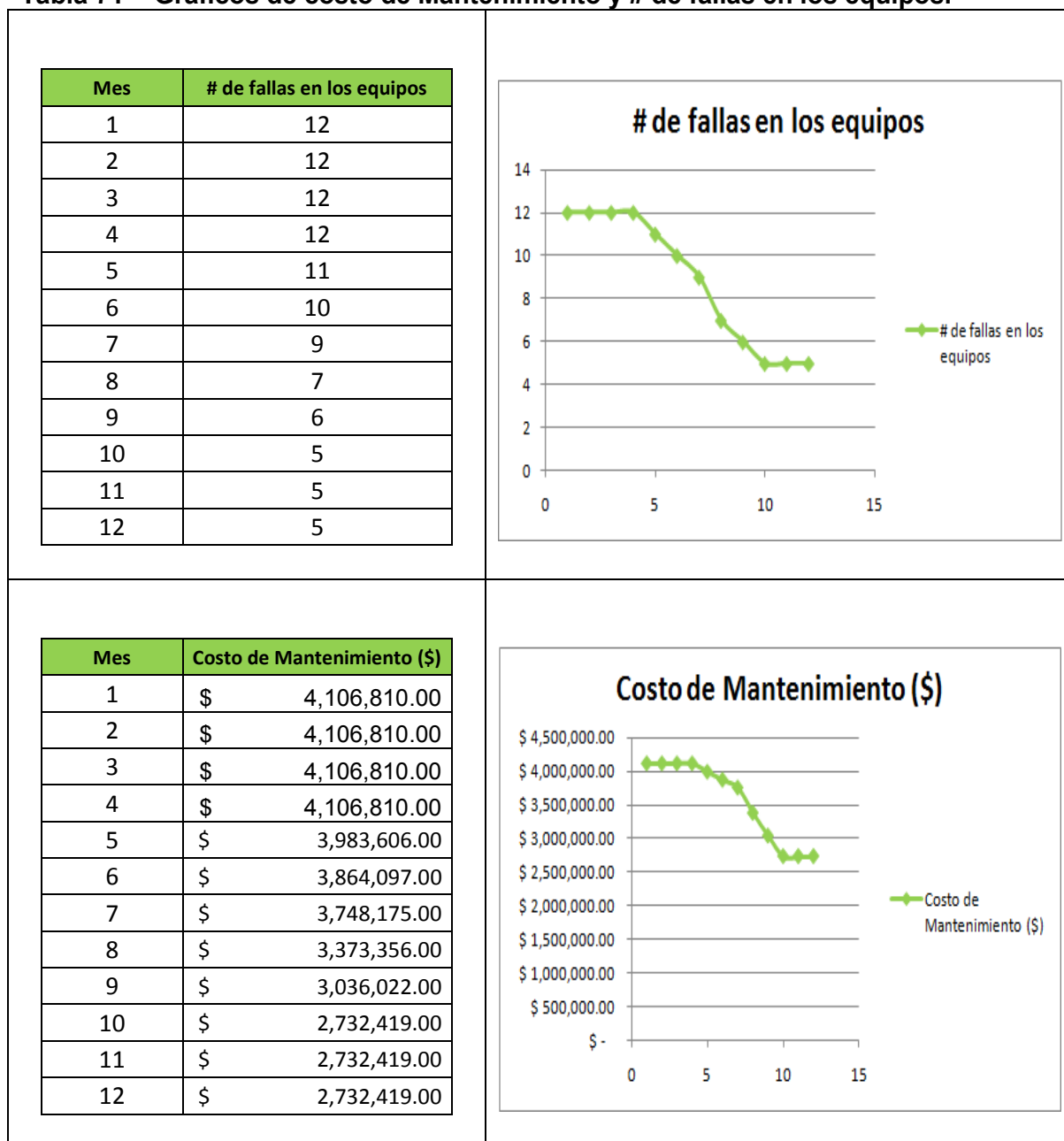


Figura 51 Comportamiento del Factor de Utilización en el área de Envasado.

Tabla 71 Gráficos de costo de Mantenimiento y # de fallas en los equipos.



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al momento de realizar el diagnóstico de la situación actual de las tres PYMES encuestadas, en cuanto a su productividad actual y calidad de sus productos, fue difícil realizar un comparativo con empresas del sector de alimentos que se desempeñan muy bien en cuanto al cumplimiento de un indicador. Sin embargo, se analizaron promedios de implementación de indicadores que midieran la productividad y calidad en los procesos y se obtuvieron datos de valor actual de éstos en las empresas.

Con respecto al Pilar del TPM: Mantenimiento Autónomo, se identificó en las encuestas realizadas, que el porcentaje del nivel de aplicación era del 61.33%, lo que demuestra que en general, las empresas aplican los elementos clave del mantenimiento en sus equipos, no obstante, no tienen una metodología clara que oriente las actividades de forma secuencial a una gestión apropiada de los equipos y a la máxima eficacia del sistema de producción.

En el Pilar: Mantenimiento Planificado, se detectó que las empresas encuestadas, no utilizan técnicas para evitar la repetición de fallas y reducir el número de ocurrencia de éstas. Tampoco, cuentan con un sistema de manejo de fallas, que permita llevar un histórico y analizar tendencias. Debido a lo anterior, se incurre en altos costos de Reparación y Mantenimiento en los equipos.

Las oportunidades de mejora definidas para los pasos: 3, 4 y 5 del Mantenimiento Planificado, fueron planteadas más no aplicadas a la empresa hipotética objeto de estudio, ya que para estos pasos se necesitan datos como: el historial de reemplazos en máquinas, datos de presupuestos para compra de repuestos, programación de máquinas por producción, resultados de análisis de técnicas de diagnósticos de los equipos, y estos no estaban al alcance para el caso hipotético en la investigación.



4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En las PYMES del sector alimentos, los egresos por reparación de máquinas disminuyen el capital de trabajo, afectando en primera instancia la compra de insumos vitales para el funcionamiento de los equipos. Por esto, es apropiado utilizar metodologías como el TPM; ya que ésta busca “cero pérdidas”, entre ellas cero averías y paros, que garantizan mantener los equipos y procesos en condiciones óptimas de operación, logrando así, la eficacia y eficiencia en costos.

Es importante al implementar TPM, contar con una alta disposición de las personas en la empresas, ya que el éxito de la implementación, se encuentra directamente ligado al apoyo que se reciba por parte de la fuerza laboral de la compañía y de la alta dirección.

Se recomienda a las PYMES del sector alimentos, implementar herramientas para el mejoramiento continuo de sus procesos, ya que actualmente, es muy importante la eficacia global de las empresas, para competir en el mercado y adquirir reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional.

Se recomienda a las empresas del sector alimentos, crear sistemas de gestión informatizados (Que permiten el manejo de las fallas y datos de mantenimiento en los equipos) e integrarlo en una de las bases de datos que conforme el ERP de una Compañía. Con esto, se podrá contar con información oportuna respecto al estado de la planta, en cuanto al funcionamiento de máquinas y equipos, al igual que el estado de avance de las acciones correctivas, predictivas y de mantenimiento programado implementadas.

BIBLIOGRAFÍA

BusinessCol. (s.f.). Recuperado el 14 de Febrero de 2012, de <http://www.businesscol.com/empresarial/pymes/#ventas>

Campaña Educativa sobre TPM. (14 de Noviembre de 2008). *Facilitadores: Agentes del cambio*. Antioquia, Colombia.

Compañía de Galletas Noel S.A. (5 de Julio de 2007). TPM. *Herramientas TPM Compañía de Galletas Noel S.A.* Antioquia, Colombia.

First Consulting Group. (s.f.). Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de <http://www.firstconsultinggroup.com.mx/AMEF.asp>

Gestiopolis. (s.f.). Recuperado el 5 de Marzo de 2012, de <http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/cincos.htm>

Giraldo Cardona, S. (s.f.). *TPM en Colombia*. Recuperado el 7 de Marzo de 2011, de [http://www.aciem.org/bancoconocimiento/M/MemTPMenelEntornoColombiano\(Mantenimientopro/ConferenciaTPM-EN-COLOMBIA-ACIEM.pdf](http://www.aciem.org/bancoconocimiento/M/MemTPMenelEntornoColombiano(Mantenimientopro/ConferenciaTPM-EN-COLOMBIA-ACIEM.pdf)

Grupo BlumenPack, C.A. (s.f.). Recuperado el 4 de Mayo de 2012, de <http://www.blumenpack.com/manuales/operacion/Llenadora%20volum.%20operativo.pdf>

Lefcovich, M. L. (s.f.). *TPM - Mantenimiento productivo total*. Recuperado el 7 de Marzo de 2011, de http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/tpmmantenimientoproductivototal/default.asp

MAQLAB. (s.f.). Recuperado el 8 de Mayo de 2012, de http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo1/C1_apartado3.htm

Mastroshop. (s.f.). Recuperado el 16 de Mayo de 2012, de http://www.mastroshop.com/common/manuals/ACL0001_3_MA_E.pdf

Mondragón, J. C. (2011). Innovación para la integración global de las PYMES. *Pyme la revista*, 12-13.

Susuki, T. (1995). *TPM en industrias proceso*. Madrid, España: TGP Hoshin.

Universidad Autónoma de Madrid. (s.f.). Recuperado el 11 de Mayo de 2012, de http://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim_L14d.pdf

Universidad de Sonora, México. (s.f.). Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestrao.pdf>

Vajillas Corona. (7 de Diciembre de 2006). Curso. *Formación de facilitadores TPM* .
Medellín, Antioquia, Colombia.

Anexo 1 Herramienta de Investigación.

ENCUESTA

De la manera más atenta les solicitamos tramitar la siguiente encuesta, la cual tiene como propósito identificar el grado de desarrollo de dos pilares de la Metodología Mantenimiento Productivo Total (TPM) en su empresa.

En algunas preguntas usted encontrará que se le solicita calificar el nivel de desempeño o su grado de satisfacción en cuanto algún aspecto. Con éste propósito, utilice la siguiente escala de valoración:

1. Muy bajo nivel de desempeño o muy bajo nivel de satisfacción.
2. Bajo nivel de desempeño o bajo nivel de satisfacción.
3. Nivel medio bajo de desempeño o nivel medio bajo de satisfacción.
4. Nivel medio de desempeño o nivel medio de satisfacción.
5. Nivel medio alto de desempeño o nivel medio alto de satisfacción.
6. Alto nivel de desempeño o alto nivel de satisfacción.
7. Muy alto nivel de desempeño o muy alto nivel de satisfacción.

Productividad:

1. ¿La empresa utiliza indicadores para medir su productividad en las diferentes áreas?
SI _____ NO _____
2. ¿Cuáles son esos indicadores? Señale con una equis.

Indicador	Respuesta	
	Si	No
Factor de Utilización.		
Factor de Eficiencia.		
Factor de Desperdicio.		
Tiempo promedio entre fallas.		
Tiempo promedio de reparación.		
Tiempo promedio mensual de detención del sistema de producción por fallas de máquina o equipo.		
Tiempo promedio mensual de detención del sistema de producción por fallas de materiales.		
Tiempo promedio mensual de detención del sistema por alistamiento de máquina.		
Tiempo promedio mensual de detención del sistema por mantenimiento de la planta.		

Otros? Cuáles?

3. ¿Podría darnos algún valor relacionado con el comportamiento de los anteriores indicadores, calificar éste comportamiento y mencionar algunas oportunidades de mejora?

Indicador	Área (Máquina)	Valor	Califique el desempeño del indicador en una escala de uno a siete, de acuerdo con lo definido en la introducción de la entrevista.	¿Qué oportunidades de mejoramiento existen en cuanto al desempeño de éste indicador?
Factor de Utilización.				
Factor de Eficiencia.				
Factor de Desperdicio.				
Tiempo promedio entre fallas.				
Tiempo promedio de reparación.				
Tiempo promedio mensual de detención del sistema de producción por fallas de máquina o equipo.				
Tiempo promedio mensual de detención del sistema de producción por fallas de materiales.				
Tiempo promedio mensual de detención del sistema por alistamiento de máquina.				
Tiempo promedio mensual de detención del sistema por mantenimiento de la planta.				

4. ¿La empresa utiliza indicadores para medir que el producto cumple con las características requeridas por el cliente? SI ____ NO ____
5. ¿Cuáles son esos indicadores? Señale con una equis.

Indicador	Respuesta	
	Si	No
Porcentaje de rechazos como producto en proceso.		
Porcentaje de rechazos como producto terminado.		
Porcentaje de devoluciones por parte del cliente.		
Nivel de calificación del cliente en cuanto a la calidad de los productos (resultado de la encuesta de satisfacción de acuerdo con lo solicitado por ISO 9001).		
Tiempo promedio utilizado por el sistema de producción para obtener artículos defectuosos.		
Tiempo promedio utilizado por el sistema de producción para reprocesar productos defectuosos.		
Tiempo promedio utilizado por el sistema para obtener los productos que son reemplazados debido a devoluciones de los clientes.		

Otros? Cuáles?

6. ¿Podría darnos algún valor relacionado con los indicadores anteriores, calificar éste comportamiento y mencionar algunas oportunidades de mejora?

Indicador	Tipo de artículo (Referencia)	Valor	Califique el desempeño del indicador en una escala de uno a siete, de acuerdo con lo definido en la introducción de la entrevista.	¿Qué oportunidades de mejoramiento existen en cuanto al desempeño de éste indicador?
Porcentaje de rechazos como producto en proceso.				
Porcentaje de rechazos como producto terminado.				
Porcentaje de devoluciones por parte del cliente.				
Nivel de calificación del cliente en cuanto a la calidad de los productos (resultado de la encuesta de satisfacción de acuerdo con lo solicitado por ISO 9001).				
Tiempo promedio utilizado por el sistema de producción para obtener artículos defectuosos.				
Tiempo promedio utilizado por el sistema de producción para reprocesar productos defectuosos.				
Tiempo promedio utilizado por el sistema para obtener los productos que son reemplazados debido a devoluciones de los clientes.				

7. La empresa se encuentra certificada bajo ISO 9001? SI__ NO__

Pregunta Operario:

8. Cuáles de los siguientes indicadores son registrados por usted en su área o puesto de trabajo?
- Número de unidades defectuosas ____
 - Porcentaje de desperdicios ____
 - Unidades producidas por turno de trabajo ____
 - Tiempo promedio utilizado por el sistema de producción para reprocesar productos defectuosos ____
 - Número de fallas en la maquinaria por turno ____
 - Tiempo de detención de la máquina por reparación ____

Mantenimiento Autónomo:

Paso 1:

9. ¿La empresa capacita a sus operarios sobre la manera como deben tratar las fuentes de contaminación y los puntos difíciles de lubricar e inspeccionar? SI ____ NO ____
10. La empresa capacita a sus operarios en la eliminación del polvo y la suciedad de su equipo?
SI ____ NO ____
11. ¿La empresa capacita a sus operarios en las acciones a tomar para eliminar:
- a) Las fuentes de contaminación. SI ____ NO ____
 - b) Los ligeros defectos. SI ____ NO ____
 - c) Las fuentes de defectos de calidad. SI ____ NO ____
 - d) Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con el tipo de capacitación referenciada en las preguntas 9 a 11.
12. Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con el tipo de capacitación referenciada en las preguntas 9 a 11.
¿Qué mejoras realizaría a la metodología de capacitación o a su ejecución?
-
-

13. ¿La empresa solicita a los operarios informar sobre cualquier deterioro o irregularidad detectado en su equipo por pequeño que sea (juego excesivo, deformaciones o desgastes)? SI ____ NO ____

Preguntas Operario:

14. Cree usted que se encuentra capacitado para realizar la inspección diaria de las condiciones de la máquina? Si ____ No ____
15. Con que frecuencia limpia su área de trabajo?
- a. Una vez al día ____
 - b. Cada vez que se cambia de referencia o producto para procesar en la máquina ____
 - c. Más de tres veces en el día ____
 - d. Otra:Cuál?

Paso 2:

16. ¿La empresa enseña a sus operarios acerca de la lubricación de los equipos y del apretado de pernos? SI ____ NO ____
17. Si la respuesta anterior es afirmativa, las actividades ejecutadas por el operario permiten:
- a) Evitar la acumulación de polvo y suciedad. Si ____ No ____
 - b) Controlar las fuentes de contaminación del equipo. Si ____ No ____
 - c) Realizar limpieza apropiada en los lugares inaccesibles. Si ____ No ____
 - d) Controlar las fuentes que generen posibles defectos de calidad. Si ____ No ____

- e) Mantener el equipo en buen estado de lubricación. Si___ No___
- f) Asegurar el adecuado apretado de los pernos. Si___ No___
- g) Evitar mediante las acciones de mantenimiento a su alcance, la ocurrencia de fallas del equipo. Si___ No___
- h) Realizar mantenimiento básico utilizando un bajo tiempo de inspección.
Si___ No___

Pregunta Operario:

18. Siente usted, que la empresa lo apoya y estimula a participar con ideas de mejora dentro de su área de trabajo? Si___ No___

Paso 3:

19. ¿La empresa capacita a sus operarios en el chequeo diario de estándares para el mantenimiento básico de los equipos? SI _____ NO _____
20. Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con el tipo de capacitación referenciada en las preguntas 16 y 19.
¿Qué mejoras realizaría a la metodología de capacitación o a su ejecución?
- _____
- _____

21. ¿La empresa cuenta con controles visuales que permiten la fácil inspección de las máquinas?
SI _____ NO _____
22. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de los controles visuales. _____
¿Qué mejoras realizaría a los controles visuales?
- _____
- _____

23. ¿La empresa ha formulado estándares para mantener la limpieza, la lubricación y el apretado de los pernos? SI _____ NO _____
24. ¿Los estándares anteriores garantizan que las actividades de mantenimiento básico, se realicen en el menor tiempo posible? SI _____ NO _____

Pregunta Operario:

25. ¿Les proporciona la empresa asistencia técnica en la preparación de los estándares de lubricación y limpieza en las máquinas? Si___ No___

Paso 4:

26. El operario es debidamente capacitado en la inspección general del equipo, de tal forma que:
- a) ¿Pueda identificar causas anormales en su fase inicial? Si___ No___
 - b) ¿Tenga el conocimiento para informar sobre ellas? Si___ No___

- c) ¿Pueda realizar ajustes básicos a los diferentes componentes del equipo, con el propósito de lograr su adecuado funcionamiento? Si___ No___

27. ¿La empresa utiliza formatos de LUP (Lección de un punto) para enseñar a los operarios acerca de la estructura y funciones de su equipo? SI _____ NO _____

Pregunta Operario:

28. ¿La empresa les brinda un programa de capacitación en el cual los preparen apropiadamente para la inspección general del equipo? Si___ No___

29. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del programa de capacitación anterior _____
¿Qué mejoras realizaría al programa de capacitación anterior?

Paso 5:

30. El operario es capacitado en cuanto a la relación de las variables de la máquina y las especificaciones de la materia prima en el desempeño de las características del producto terminado? SI _____ NO _____

31. ¿El conocimiento integral del proceso, le permite al operario identificar los riesgos generados que afectan la seguridad de las personas? SI _____ NO _____

32. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de capacitación, en cuanto a lo referenciado en las preguntas 30 a 31. _____
¿Qué mejoras realizaría a la metodología anterior?

33. ¿El área de producción coordina con el área de mantenimiento las rutinas de inspección de los equipos para evitar omisiones o duplicidades? SI _____ NO _____

Preguntas Operario:

34. ¿La empresa los involucra a ustedes en la planificación del mantenimiento? Si___ No___

35. ¿La empresa tiene un programa de capacitación que les permita identificar el efecto de los materiales sobre el desempeño del equipo? Si___ No___

36. ¿La empresa tiene un programa de capacitación que garantice su apropiado estado de entrenamiento en cuanto a cambio de referencia? Si___ No___

37. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de capacitación, en cuanto a lo referenciado en las preguntas 35 a la 36. _____
¿Qué mejoras realizaría a la metodología anterior?

Paso 6:

38. ¿Se realiza capacitación a los operarios para que comprendan y propongan la implementación de nuevos controles? SI ____ NO ____

39. Califique de 1 a 7 el grado de satisfacción con la metodología de capacitación y su ejecución.

¿Qué mejoras realizaría a la metodología de capacitación o a su ejecución?

40. Debido al avance en el conocimiento integral del proceso por parte del operario:

- a. ¿Se definen estándares para garantizar la calidad del producto? Si ____ No ____
- b. ¿Se definen estándares para garantizar la seguridad en el proceso? Si ____ No ____
- c. Se definen estándares que permiten controlar:
 - i. El flujo en el lugar de trabajo Si ____ No ____
 - ii. Las piezas de repuesto Si ____ No ____
 - iii. Las herramientas Si ____ No ____
 - iv. Los trabajos en curso Si ____ No ____
 - v. Los productos finales Si ____ No ____

Pregunta Operario:

41. ¿La empresa les brinda manuales de mantenimiento de calidad que sistematicen la relación entre equipo y especificaciones de calidad del producto? Si ____ No ____

42. Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con los anteriores manuales.

¿Qué mejoras realizaría a los manuales?

Paso 7:

43. La empresa ha capacitado a los operarios en el análisis de los indicadores relacionados con el desempeño en su puesto de trabajo, con el propósito de que puedan sugerir posibles alternativas de mejora? Si ____ No ____

44. ¿La empresa ha definido mejoras y los correspondientes estándares para reducir costos, eliminando los desperdicios en el proceso (puesto de trabajo)? SI ____ NO ____

Mantenimiento Planificado:

Paso 1:

45. La empresa cuenta con una hoja de vida por equipo, en la cual se registren entre otros aspectos:

- a. Especificaciones técnicas de diseño SI__ NO__
- b. Fechas de realización de operaciones de mantenimiento programado, preventivo o de reparación SI__ NO__
- c. El resultado obtenido al haber realizado dichas operaciones SI__ NO__

46. Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con la hoja de vida por equipo. _____

¿Qué mejoras le haría a la hoja de vida?

47. La empresa cuenta con una metodología en la cual se indique una escala de valoración para evaluar el impacto de las fallas de las máquinas o equipos sobre:

- a. La seguridad de las personas SI__ NO__
- b. La seguridad del entorno SI__ NO__
- c. La calidad del producto SI__ NO__
- d. La detención del sistema de producción SI__ NO__
- e. El costo de la reparación SI__ NO__

48. El resultado de la aplicación de la anterior metodología permite clasificar las fallas en un rango de una escala (por ejemplo: falla mayor, falla intermedia o falla menor)? SI__ NO__

49. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología anterior. _____

¿Qué mejoras le haría a la metodología?

50. La empresa tiene algún mecanismo para entender la situación en cuanto al mantenimiento, es decir, tiene en cuenta:

- a. El número de fallas SI__ NO__
- b. La frecuencia de las fallas SI__ NO__
- c. La severidad de las fallas y paros menores SI__ NO__
- d. El tiempo promedio de reparación de fallas SI__ NO__

51. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del mecanismo anterior. _____

¿Qué mejoras le haría al mecanismo?

52. La empresa ha definido una metodología que le permita seleccionar aquellos equipos a ser analizados bajo P-M? SI ___ NO ___
53. ¿La empresa tiene objetivos relacionados con la gestión de mantenimiento, los cuales consideren los indicadores correspondientes y los resultados esperados? SI ___ NO ___
54. ¿Los objetivos anteriores se han definido de acuerdo con el tipo de equipo y la clasificación de la falla de máquina? SI ___ NO ___
55. Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con los anteriores objetivos. _____
¿Qué mejoras le haría a los objetivos?
- _____
- _____

Pregunta Operario:

56. Usted reporta oportunamente la ocurrencia de fallas en la máquina? Si ___ No ___

Paso 2:

57. ¿La empresa trata inmediatamente cualquier deterioro o irregularidad informada por el operario?
SI ___ NO ___
58. ¿Cuál de las siguientes técnicas usa la empresa, para evitar la repetición de fallas y reducir el número de ocurrencia de éstas?
- a) AMEF (Análisis de modo y efecto de falla) _____
 - b) Análisis P-M _____
 - c) RCM _____
59. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología AMEF, de acuerdo con la aplicación realizada por la empresa. _____
¿Qué mejoras realizaría a la forma en la cual la empresa aplica la metodología AMEF?
- _____
- _____

60. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología PM, de acuerdo con la aplicación realizada por la empresa. _____
¿Qué mejoras realizaría a la forma en la cual la empresa aplica la metodología P M?
- _____
- _____

Pregunta Operario:

61. La empresa cuenta con personal calificado en la atención de fallas inesperadas? Si ___ No ___
62. Califique de 1 a 7 el desempeño de dichas personas para atender las fallas inesperadas _____

Paso 3:

63. La empresa posee un sistema de manejo de las fallas donde se registre:

- a) Fecha SI__ NO__
- b) Rango de la falla SI__ NO__
- c) Modelo del equipo SI__ NO__
- d) Componente que falló SI__ NO__
- e) Naturaleza de la falla SI__ NO__
- f) Causas SI__ NO__
- g) Acción tomada SI__ NO__
- h) Efecto en la producción SI__ NO__
- i) Tiempo y número de personal requerido para reparar la falla SI__ NO__

64. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del sistema de manejo de fallas. ____

¿Qué mejoras realizaría al sistema de manejo de fallas?

65. En caso de que la empresa sí utilice un sistema de manejo de fallas donde se recopile los datos de la pregunta 63:

- a) ¿Se realiza resumen de datos con el fin de llevar un histórico y analizar tendencias?
SI__ NO__
- b) La información se maneja en un sistema de información computarizado? SI__ NO__

En caso de ser afirmativo,

- i. ¿Se llevan registros de recepción de insumos de mantenimiento? SI__ NO__
- ii. ¿Se tienen stocks periódicos de insumos de mantenimiento? SI__ NO__
- iii. ¿Se tienen en cuenta los componentes requeridos por equipo para el cálculo del presupuesto del área de mantenimiento? SI__ NO__
- iv. ¿Se realizan análisis de datos que permitan comparar las pérdidas de paradas previstas con los costos de mantenimiento para medir su eficacia? SI__ NO__

66. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del sistema de información. ____

¿Qué mejoras realizaría al sistema de información?

Mantenimiento Periódico:

Paso 4:

67. La empresa para el mantenimiento periódico define previamente:

- a. Su interacción con los planes de producción de mediano plazo. Si __ No __
- b. La existencia de piezas de repuesto. Si __ No __
- c. La existencia de lubricantes. Si __ No __

68. La empresa posee una metodología definida para el mantenimiento periódico de las máquinas?

SI _____ NO _____

69. Si la respuesta anterior es si, califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología. _____

¿Qué mejoras realizaría al sistema de información?

70. La empresa selecciona cuales son los equipos que requieren inspección periódica, de acuerdo a:

- a. Un requisito de ley exigible para un equipo _____
- b. Las condiciones de la máquina _____
- c. Su importancia en el proceso _____
- d. Por la vida útil de sus componentes _____
- e. Otro, Cual? _____

71. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de selección. _____

¿Qué mejoras realizaría a la metodología de selección?

72. Antes de ejecutar el plan de mantenimiento periódico en los equipos seleccionados,

- a. ¿Se forman técnicos de mantenimiento? Si __ No __
- b. ¿Se ubican los andamiajes correspondientes? Si __ No __
- c. ¿Se analiza la evolución de los equipos desde el último servicio? Si __ No __

73. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de formación de técnicos. _____

¿Qué mejoras realizaría a la metodología de formación de técnicos?

74. La empresa revisa:

- a. Los estándares de los materiales con los cuales se diseñó el equipo y establece su reacción con las materias primas al ser procesadas. SI _____ NO _____
- b. El tiempo estándar estimado para realizar las actividades de mantenimiento periódico.
SI _____ NO _____
- c. Los stocks estándar de piezas de repuesto, buscando el menor costo de almacenamiento.

SI ____ NO ____

d. La compatibilidad de los lubricantes con los equipos.

SI ____ NO ____

e. Los métodos de trabajo para el mantenimiento seguro.

SI ____ NO ____

75. ¿Durante la ejecución del mantenimiento periódico se monitorea la ejecución de las actividades de tal forma que no se sobrepase el presupuesto estimado? SI ____ NO ____

76. De acuerdo con el contenido de las preguntas anteriores cómo calificaría de 1 a 7 el estado del mantenimiento periódico en la empresa?

Calificación ____

Mantenimiento Predictivo:

Paso 5:

77. ¿La empresa forma al talento humano de mantenimiento en técnicas de diagnóstico para el mantenimiento predictivo? SI ____ NO ____

78. ¿La empresa identifica y adquiere los equipos necesarios para las técnicas de diagnóstico para el mantenimiento predictivo? SI ____ NO ____

79. Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de formación del talento humano en cuanto a mantenimiento predictivo. _____

¿Qué mejoras realizaría a la metodología anterior?

80. ¿La empresa posee una metodología definida para el mantenimiento predictivo? SI ____ NO ____

81. La empresa selecciona cuales son los equipos que requieren mantenimiento predictivo de acuerdo a:

- a. Las condiciones de la máquina. ____
- b. Por su importancia en el proceso. ____
- c. Por la vida útil de sus componentes. ____
- d. Otra. ¿Cuál? _____

82. De acuerdo con el contenido de las preguntas anteriores cómo calificaría de 1 a 7 el estado del mantenimiento predictivo en la empresa?

Calificación ____

Paso 6:

83. Si la empresa ha implementado mantenimiento autónomo, programado y predictivo:
- a. Se observa reducción en el número de fallos y las pequeñas paradas? SI _____ NO _____
 - b. Se incrementa el tiempo promedio entre fallos? SI _____ NO _____
 - c. Se reduce el tiempo promedio de reparación? SI _____ NO _____
 - d. Se reducen los costos de mantenimiento? SI _____ NO _____

Anexo 2 Ponderación de porcentajes para los pasos de cada pilar.

Mantenimiento Autónomo					
Paso	Nombre	% IR	% RP	% MC	%
1	Realizar la limpieza inicial	3	4	5	4
2	Eliminar las fuentes de contaminación y puntos inaccesibles	4	7	10	7
3	Establecer estándares de limpieza e inspección	11	10	12	11
4	Realizar inspección general del equipo	14	18	10	14
5	Realizar la inspección general del proceso	15	20	19	18
6	Sistematizar el mantenimiento autónomo	21	22	20	21
7	Práctica plena de la autogestión	28	22	25	25
	Total Pilar				100

Mantenimiento Planificado					
Paso	Nombre	% IR	% RP	% MC	%
1	Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida	3	6	12	7
2	Revertir el deterioro y corregir debilidades	6	13	5	8
3	Crear un sistema de gestión de información	15	10	5	10
4	Crear un sistema de Mantenimiento Periódico	20	13	9	14
5	Crear un sistema de Mantenimiento Predictivo	30	15	15	20
6	Evaluar el sistema de Mantenimiento Planificado	43	40	40	41
	Total Pilar				100

Criterios de Ponderación:

IR	Impacto sobre la rentabilidad de la empresa.
RP	Reducción de las pérdidas propias de cada pilar.
MC	Mejoramiento en las condiciones de trabajo para las personas

0 a 4	Nivel bajo.
5 a 14	Nivel medio
15 a 30	Nivel alto.
31 a 50	Nivel muy alto

Anexo 3 Herramienta de Investigación/Respuestas.

Mantenimiento Autónomo	%	Número en el instrumento	%	Pregunta	Empresa a	Empresa b	Empresa c
Paso 1: Realizar limpieza inicial.	4	9	20	¿La empresa capacita a sus operarios sobre la manera como deben tratar las fuentes de contaminación y los puntos difíciles de lubricar e inspeccionar?	Si	Si	Si
		10	20	¿La empresa capacita a sus operarios en la eliminación del polvo y la suciedad de su equipo?	Si	Si	Si
		11	30	¿La empresa capacita a sus operarios en las acciones a tomar para eliminar:			
			34	a. Las fuentes de contaminación	Si	Si	Si
			33	b. Los ligeros fallos	Si	Si	No
			33	c. Las fuentes de defectos de calidad	No	Si	No
		12	5	Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con el tipo de capacitación referenciada en las preguntas 9 a 11	6	7	4
		13	10	¿La empresa solicita a los operarios informar sobre cualquier deterioro o irregularidad detectado en su equipo por pequeño que sea (juego excesivo, deformaciones o desgastes)?	Si	Si	Si
		14	10	¿Cree usted que se encuentra capacitado para realizar la inspección diaria de las condiciones de la máquina?	Si	Si	Si
		15	5	¿Con que frecuencia limpia su área de trabajo?			
			0	a. Una vez al día			
			100	b. Cada vez que se cambia de referencia o producto para procesar en la máquina	X		X
			80	c. Más de tres veces en el día		X	
			10	d. Otra, Cuál?			
Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación	7	16	30	¿La empresa enseña a sus operarios acerca de la lubricación de los equipos y del apretado de pernos?	No	Si	Si
		17	60	Si la respuesta anterior es afirmativa, las actividades ejecutadas por el operario permiten:			
			15	a. Evitar la acumulación de polvo y suciedad.	-	Si	Si

n y lugares inaccesibles.			15	b. Controlar las fuentes de contaminación del equipo.	-	Si	Si
			10	c. Realizar limpieza apropiada en los lugares inaccesibles.	-	No	No
			10	d. Controlar las fuentes que generen posibles defectos de calidad.	-	Si	No
			10	e. Mantener el equipo en buen estado de lubricación.	-	Si	Si
			10	f. Asegurar el adecuado apretado de los pernos.	-	Si	Si
			15	g. Evitar mediante las acciones de mantenimiento a su alcance, la ocurrencia de fallas del equipo.	-	Si	No
			15	h. Realizar mantenimiento básico utilizando un bajo tiempo de inspección.	-	Si	Si
		18	10	¿Siente usted, que la empresa lo apoya y estimula a participar con ideas de mejora dentro de su área de trabajo?	No	Si	Si
Paso 3: Establecer estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos.	11	19	10	¿La empresa capacita a sus operarios en el chequeo diario de estándares para el mantenimiento básico de los equipos?	No	No	Si
		20	5	Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con el tipo de capacitación referenciada en las preguntas 16 y 19.	-	3	4
		21	15	¿La empresa cuenta con controles visuales que permiten la fácil inspección de las máquinas?	No	Si	Si
		22	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de los controles visuales.	-	6	5
		23	20	¿La empresa ha formulado estándares para mantener la limpieza, la lubricación y el apretado de los pernos?	No	No	Si
		24	15	¿Los estándares anteriores garantizan que las actividades de mantenimiento básico, se realicen en el menor tiempo posible?	No	No	No
		25	25	¿Les proporciona la empresa asistencia técnica en la preparación de los estándares de lubricación y limpieza en las máquinas?	No	No	No
Paso 4: Realizar la	14	26	50	El operario es debidamente capacitado en la inspección general del equipo, de tal forma que:			
			40	a. ¿Pueda identificar causas anormales en su fase inicial?	Si	Si	Si

inspección general del equipo.			20	b. ¿Tenga el conocimiento para informar sobre ellas?	Si	Si	Si
			40	c. ¿Pueda realizar ajustes básicos a los diferentes componentes del equipo, con el propósito de lograr su adecuado funcionamiento?	Si	Si	Si
		27	30	¿La empresa utiliza formatos de LUP (Lección de un punto) para enseñar a los operarios acerca de la estructura y funciones de su equipo?	Si	No	No
		28	10	¿La empresa les brinda un programa de capacitación en el cual los preparen apropiadamente para la inspección general del equipo?	Si	Si	Si
		29	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del programa de capacitación anterior	4	5	4
Paso 5: Realizar inspecciones generales de los procesos	18	30	30	¿El operario es capacitado en cuanto a la relación de las variables de la máquina y las especificaciones de la materia prima en el desempeño de las características del producto terminado?	No	No	Si
		31	20	¿El conocimiento integral del proceso, le permite al operario identificar los riesgos generados que afectan la seguridad de las personas?	No	Si	Si
		32	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de capacitación, en cuanto a lo referenciado en las preguntas 30 a 31.	-	2	4
		33	15	¿El área de producción coordina con el área de mantenimiento las rutinas de inspección de los equipos para evitar omisiones o duplicidades?	No	No	Si
		34	5	¿La empresa los involucra a ustedes en la planificación del mantenimiento?	No	No	Si
		35	10	¿La empresa tiene un programa de capacitación que les permita identificar el efecto de los materiales sobre el desempeño del equipo?	No	No	No
		36	5	¿La empresa tiene un programa de capacitación que garantice su apropiado estado de entrenamiento en cuanto a cambio de referencia?	No	Si	Si

		37	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de capacitación, en cuanto a lo referenciado en las preguntas 35 a la 36.	-	6	5
Paso 6: Mantenimiento o autónomo sistemático	21	38	25	¿Se realiza capacitación a los operarios para que comprendan y propongan la implementación de nuevos controles?	No	No	Si
		39	5	Califique de 1 a 7 el grado de satisfacción con la metodología de capacitación y su ejecución.	-	-	5
		40	50	Debido al avance en el conocimiento integral del proceso por parte del operario:			
			30	a. ¿Se definen estándares para garantizar la calidad del producto?	Si	Si	Si
			30	b. ¿Se definen estándares para garantizar la seguridad en el proceso?	Si	Si	Si
			40	c. Se definen estándares que permiten controlar:			
			20	i. El flujo en el lugar de trabajo	Si	Si	Si
			20	ii. Las piezas de repuesto	No	Si	No
			20	iii. Las herramientas	No	Si	Si
			20	iv. Los trabajos en curso	No	Si	No
			20	v. Los productos finales	Si	Si	Si
		41	10	¿La empresa les brinda manuales de mantenimiento de calidad que sistematicen la relación entre equipo y especificaciones de calidad del producto?	No	Si	No
		42	10	Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con los anteriores manuales	-	5	-
Paso 7: Práctica plena de la auto- gestión	25	43	50	¿La empresa ha capacitado a los operarios en el análisis de los indicadores relacionados con el desempeño en su puesto de trabajo, con el propósito de que puedan sugerir posibles alternativas de mejora?	Si	Si	No
		44	50	¿La empresa ha definido mejoras y los correspondientes estándares para reducir costos, eliminando los desperdicios en el proceso (puesto de trabajo)?	Si	Si	Si

Mantenimiento Planificado	%	Número en el instrumento	%	Pregunta	Empresa a	Empresa b	Empresa c
Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida	7	45	15	La empresa cuenta con una hoja de vida por equipo, en la cual se registren entre otros aspectos:			
			30	a. Especificaciones técnicas de diseño	Si	Si	No
			40	b. Fechas de realización de operaciones de mantenimiento programado, preventivo o de reparación	Si	No	No
			30	c. El resultado obtenido al haber realizado dichas operaciones	Si	No	No
		46	5	Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con la hoja de vida por equipo.	3	2	-
		47	15	La empresa cuenta con una metodología en la cual se indique una escala de valoración para evaluar el impacto de las fallas de las máquinas o equipos sobre:			
			20	a. La seguridad de las personas	No	No	Si
			20	b. La seguridad del entorno	No	No	Si
			20	c. La calidad del producto	No	No	Si
			20	d. La detención del sistema de producción	No	No	Si
			20	e. El costo de la reparación	No	No	Si
		48	5	¿El resultado de la aplicación de la anterior metodología permite clasificar las fallas en un rango de una escala (por ejemplo: falla mayor, falla intermedia o falla menor)?	-	-	No
		49	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología anterior.	-	-	4
		50	10	La empresa tiene algún mecanismo para entender la situación en cuanto al mantenimiento, es decir, tiene en cuenta:			
			25	a. El número de fallas	No	No	Si
			25	b. La frecuencia de las fallas	No	No	No
			25	c. La severidad de las fallas y paros menores	No	No	Si
			25	d. El tiempo promedio de reparación de fallas	No	No	No

		51	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del mecanismo anterior.	-	-	4
		52	10	¿La empresa ha definido una metodología que le permita seleccionar aquellos equipos a ser analizados bajo P-M?	No	No	No
		53	10	¿La empresa tiene objetivos relacionados con la gestión de mantenimiento, los cuales consideren los indicadores correspondientes y los resultados esperados?	No	No	No
		54	10	¿Los objetivos anteriores se han definido de acuerdo con el tipo de equipo y la clasificación de la falla de máquina?	-	-	-
		55	5	Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con los anteriores objetivos.	-	-	-
		56	5	¿Usted reporta oportunamente la ocurrencia de fallas en la máquina?	Si	Si	Si
Paso 2: Revertir el deterioro y corregir debilidades	8	57	30	¿La empresa trata inmediatamente cualquier deterioro o irregularidad informada por el operario?	Si	Si	Si
		58	30	¿Cuál de las siguientes técnicas usa la empresa, para evitar la repetición de fallas y reducir el número de ocurrencia de éstas?			
			40	a. AMEF (Análisis de modo y efecto de falla)	No	No	No
			40	b. Análisis P-M	No	No	No
			20	c. RCM	No	No	No
		59	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología AMEF, de acuerdo con la aplicación realizada por la empresa.	-	-	-
		60	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología PM, de acuerdo con la aplicación realizada por la empresa.	-	-	-
		61	20	¿La empresa cuenta con personal calificado en la atención de fallas inesperadas?	Si	Si	Si
		62	10	Califique de 1 a 7 el desempeño de dichas personas para atender las fallas inesperadas	6	6	5
Paso 3: Crear un	10	63	40	La empresa posee un sistema de manejo de las fallas donde se registre:			

sistema de gestión de información		10	a. Fecha	Si	No	Si
		10	b. Rango de la falla	Si	No	No
		10	c. Modelo del equipo	Si	No	Si
		10	d. Componente que falló	Si	No	Si
		10	e. Naturaleza de la falla	Si	No	No
		15	f. Causas	Si	No	Si
		15	g. Acción tomada	Si	No	Si
		10	h. Efecto en la producción	No	No	No
		10	i. Tiempo y número de personal requerido para reparar la falla	No	No	No
	64	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del sistema de manejo de fallas.	3	-	5
	65	40	En caso de que la empresa sí utilice un sistema de manejo de fallas donde se recopile los datos de la pregunta 63:			
		50	a. ¿Se realiza resumen de datos con el fin de llevar un histórico y analizar tendencias?	No	-	Si
		50	b. ¿La información se maneja en un sistema de información computarizado?	No	-	No
		25	En caso de ser afirmativo, i. ¿Se llevan registros de recepción de insumos de mantenimiento?	-	-	-
		25	ii. ¿Se tienen stocks periódicos de insumos de mantenimiento?	-	-	-
		25	iii. ¿Se tienen en cuenta los componentes requeridos por equipo para el cálculo del presupuesto del área de mantenimiento?	-	-	-
		25	iv. ¿Se realizan análisis de datos que permitan comparar las pérdidas de paradas previstas con los costos de mantenimiento para medir su eficacia?	-	-	-
	66	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del sistema de información.	-	-	-

Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico	14	67	15	La empresa para el mantenimiento periódico define previamente:			
			50	a. Su interacción con los planes de producción de mediano plazo.	Si	Si	No
			25	b. La existencia de piezas de repuesto.	No	Si	No
			25	c. La existencia de lubricantes.	No	Si	Si
		68	10	¿La empresa posee una metodología definida para el mantenimiento periódico de las máquinas?	No	No	No
		69	5	Si la respuesta anterior es si, califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología.	-	-	-
		70	15	La empresa selecciona cuales son los equipos que requieren inspección periódica, de acuerdo a:			
			10	a. Un requisito de ley exigible para un equipo			
			100	b. Las condiciones de la máquina		X	
			85	c. Su importancia en el proceso	X		X
			20	d. Por la vida útil de sus componentes			
			10	e. Otro, Cual?			
		71	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de selección.	4	7	5
		72	10	Antes de ejecutar el plan de mantenimiento periódico en los equipos seleccionados,			
			40	a. ¿Se forman técnicos de mantenimiento?	No	No	No
			20	b. ¿Se ubican los andamiajes correspondientes?	No	No	Si
			40	c. ¿Se analiza la evolución de los equipos desde el último servicio?	No	Si	Si
		73	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de formación de técnicos.	-	-	-
		74	15	La empresa revisa:			
			20	a. Los estándares de los materiales con los cuales se diseñó el equipo y establece su reacción con las materias primas al ser procesadas.	Si	Si	No

			20	b. El tiempo estándar estimado para realizar las actividades de mantenimiento periódico.	No	No	No
			20	c. Los stocks estándar de piezas de repuesto, buscando el menor costo de almacenamiento.	No	Si	No
			20	d. La compatibilidad de los lubricantes con los equipos.	No	Si	Si
			20	e. Los métodos de trabajo para el mantenimiento seguro.	No	No	Si
		75	10	¿Durante la ejecución del mantenimiento periódico se monitorea la ejecución de las actividades de tal forma que no se sobrepase el presupuesto estimado?	No	No	Si
		76	10	De acuerdo con el contenido de las preguntas anteriores, ¿Cómo calificaría de 1 a 7 el estado del mantenimiento periódico en la empresa?	5	2	4
Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo	20	77	20	¿La empresa forma al talento humano de mantenimiento en técnicas de diagnóstico para el mantenimiento predictivo?	No	No	No
		78	20	¿La empresa identifica y adquiere los equipos necesarios para las técnicas de diagnóstico para el mantenimiento predictivo?	No	No	No
		79	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de formación del talento humano en cuanto a mantenimiento predictivo.	-	-	-
		80	20	¿La empresa posee una metodología definida para el mantenimiento predictivo?	No	No	No
		81	20	La empresa selecciona cuales son los equipos que requieren mantenimiento predictivo de acuerdo a:			
			100	a. Las condiciones de la máquina		X	
			85	b. Por su importancia en el proceso.	X		X
			10	c. Por la vida útil de sus componentes.			
			10	d. Otra. ¿Cuál?			
		82	10	De acuerdo con el contenido de las preguntas anteriores cómo calificaría de 1 a 7 el estado del mantenimiento predictivo en la empresa?	2	2	3

Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planificado	41	83	100	Si la empresa ha implementado mantenimiento autónomo, programado y predictivo:			
			25	a. Se observa reducción en el número de fallos y las pequeñas paradas?	-	-	-
			25	b. Se incrementa el tiempo promedio entre fallos?	-	-	-
			25	c. Se reduce el tiempo promedio de reparación?	-	-	-
			25	d. Se reducen los costos de mantenimiento?	-	-	-

Anexo 4 Resultados y puntajes obtenidos

Mantenimiento Autónomo	%	Número en el instrumento	%	Pregunta	Empresa a	Empresa b	Empresa c	Promedio
Paso 1: Realizar limpieza inicial.	4	9	20	¿La empresa capacita a sus operarios sobre la manera como deben tratar las fuentes de contaminación y los puntos difíciles de lubricar e inspeccionar?	100	100	100	20.00
		10	20	¿La empresa capacita a sus operarios en la eliminación del polvo y la suciedad de su equipo?	100	100	100	20.00
		11	30	¿La empresa capacita a sus operarios en las acciones a tomar para eliminar:	67	100	34	20.1
			34	a. Las fuentes de contaminación	100	100	100	-
			33	b. Los ligeros fallos	100	100	0	-
			33	c. Las fuentes de defectos de calidad	0	100	0	-
		12	5	Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con el tipo de capacitación referenciada en las preguntas 9 a 11	86	100	57	4.05
		13	10	¿La empresa solicita a los operarios informar sobre cualquier deterioro o irregularidad detectado en su equipo por pequeño que sea (juego excesivo, deformaciones o desgastes)?	100	100	100	10.00
		14	10	¿Cree usted que se encuentra capacitado para realizar la inspección diaria de las condiciones de la máquina?	100	100	100	10.00
		15	5	¿ Con que frecuencia limpia su área de trabajo?	100	80	100	4.67
			0	a.Una vez al día				-
			100	b. Cada vez que se cambia de referencia o producto para procesar en la máquina	x		x	-
			80	c. Mas de tres veces en el día		x		-
			10	d. Otra, Cuál?				-
Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y lugares	7	16	30	¿La empresa enseña a sus operarios acerca de la lubricación de los equipos y del apretado de pernos?	0	100	100	20.00
		17	60	Si la respuesta anterior es afirmativa, las actividades ejecutadas por el operario permiten:	0	90	65	31.00
			15	a. Evitar la acumulación de polvo y suciedad.	-	100	100	-
			15	b. Controlar las fuentes de contaminación del equipo.	-	100	100	-

inaccesibles.		10	c. Realizar limpieza apropiada en los lugares inaccesibles.	-	0	0	-
		10	d. Controlar las fuentes que generen posibles defectos de calidad.	-	100	0	-
		10	e. Mantener el equipo en buen estado de lubricación.	-	100	100	-
		10	f. Asegurar el adecuado apretado de los pernos.	-	100	100	-
		15	g. Evitar mediante las acciones de mantenimiento a su alcance, la ocurrencia de fallas del equipo.	-	100	0	-
		15	h. Realizar mantenimiento básico utilizando un bajo tiempo de inspección.	-	100	100	-
		18	10 ¿Siente usted, que la empresa lo apoya y estimula a participar con ideas de mejora dentro de su área de trabajo?	0	100	100	6.67
Paso 3: Establecer estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos.	11	19	10 ¿La empresa capacita a sus operarios en el chequeo diario de estándares para el mantenimiento básico de los equipos?	0	0	100	3.33
		20	5 Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con el tipo de capacitación referenciada en las preguntas 16 y 19.	0	43	57	1.67
		21	15 ¿La empresa cuenta con controles visuales que permiten la fácil inspección de las máquinas?	0	100	100	10.00
		22	10 Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de los controles visuales.	0	86	71	5.23
		23	20 ¿La empresa ha formulado estándares para mantener la limpieza, la lubricación y el apretado de los pernos?	0	0	100	6.67
		24	15 ¿Los estándares anteriores garantizan que las actividades de mantenimiento básico, se realicen en el menor tiempo posible?	0	0	0	0.00
		25	25 ¿Les proporciona la empresa asistencia técnica en la preparación de los estándares de lubricación y limpieza en las máquinas?	0	0	0	0.00
Paso 4: Realizar la inspección	14	26	50 El operario es debidamente capacitado en la inspección general del equipo, de tal forma que:	100	100	100	50.00
		40	a. ¿Pueda identificar causas anormales en su fase inicial?	100	100	100	-
		20	b. ¿Tenga el conocimiento para informar sobre ellas?	100	100	100	-

general del equipo.			40	c. ¿Pueda realizar ajustes básicos a los diferentes componentes del equipo, con el propósito de lograr su adecuado funcionamiento?	100	100	100	-
		27	30	¿La empresa utiliza formatos de LUP (Lección de un punto) para enseñar a los operarios acerca de la estructura y funciones de su equipo?	100	0	0	10.00
		28	10	¿La empresa les brinda un programa de capacitación en el cual los preparen apropiadamente para la inspección general del equipo?	100	100	100	10.00
		29	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del programa de capacitación anterior	57	71	57	6.17
Paso 5: Realizar inspecciones generales de los procesos	18	30	30	¿El operario es capacitado en cuanto a la relación de las variables de la máquina y las especificaciones de la materia prima en el desempeño de las características del producto terminado?	0	0	100	10.00
		31	20	¿El conocimiento integral del proceso, le permite al operario identificar los riesgos generados que afectan la seguridad de las personas?	0	100	100	13.33
		32	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de capacitación, en cuanto a lo referenciado en las preguntas 30 a 31.	0	29	57	2.87
		33	15	¿El área de producción coordina con el área de mantenimiento las rutinas de inspección de los equipos para evitar omisiones o duplicidades?	0	0	100	5.00
		34	5	¿La empresa los involucra a ustedes en la planificación del mantenimiento?	0	0	100	1.67
		35	10	¿La empresa tiene un programa de capacitación que les permita identificar el efecto de los materiales sobre el desempeño del equipo?	0	0	0	0.00
		36	5	¿La empresa tiene un programa de capacitación que garantice su apropiado estado de entrenamiento en cuanto a cambio de referencia?	0	100	100	3.33
		37	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de capacitación, en cuanto a lo referenciado en las preguntas 35 a la 36.	0	86	71	2.62

Paso 6: Mantenimiento autónomo sistemático	21	38	25	¿Se realiza capacitación a los operarios para que comprendan y propongan la implementación de nuevos controles?	0	0	100	8.33
		39	5	Califique de 1 a 7 el grado de satisfacción con la metodología de capacitación y su ejecución.	0	0	71	1.18
		40	50	Debido al avance en el conocimiento integral del proceso por parte del operario:	76	100	84	43.33
			30	a. ¿Se definen estándares para garantizar la calidad del producto?	100	100	100	-
			30	b. ¿Se definen estándares para garantizar la seguridad en el proceso?	100	100	100	-
			40	c. Se definen estándares que permiten controlar:	16	40	24	-
			20	i. El flujo en el lugar de trabajo	100	100	100	-
			20	ii. Las piezas de repuesto	0	100	0	-
			20	iii. Las herramientas	0	100	100	-
			20	iv. Los trabajos en curso	0	100	0	-
			20	v. Los productos finales	100	100	100	-
		41	10	¿La empresa les brinda manuales de mantenimiento de calidad que sistematicen la relación entre equipo y especificaciones de calidad del producto?	0	100	0	3.33
		42	10	Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con los anteriores manuales	0	71	0	2.37
Paso 7: Práctica plena de la auto-gestión	25	43	50	¿La empresa ha capacitado a los operarios en el análisis de los indicadores relacionados con el desempeño en su puesto de trabajo, con el propósito de que puedan sugerir posibles alternativas de mejora?	100	100	0	33.33
		44	50	¿La empresa ha definido mejoras y los correspondientes estándares para reducir costos, eliminando los desperdicios en el proceso (puesto de trabajo)?	100	100	100	50.00

Mantenimiento Planificado	%	Número en el instrumento	%	Pregunta	Empresa a	Empresa b	Empresa c	Promedio
Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida	7	45	15	La empresa cuenta con una hoja de vida por equipo, en la cual se registren entre otros aspectos:	100	30	0	6.50
			30	a. Especificaciones técnicas de diseño	100	100	0	-
			40	b. Fechas de realización de operaciones de mantenimiento programado, preventivo o de reparación	100	0	0	-
			30	c. El resultado obtenido al haber realizado dichas operaciones	100	0	0	-
		46	5	Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con la hoja de vida por equipo.	43	29	0	1.20
		47	15	La empresa cuenta con una metodología en la cual se indique una escala de valoración para evaluar el impacto de las fallas de las máquinas o equipos sobre:	0	0	100	5.00
			20	a. La seguridad de las personas	0	0	100	-
			20	b. La seguridad del entorno	0	0	100	-
			20	c. La calidad del producto	0	0	100	-
			20	d. La detención del sistema de producción	0	0	100	-
			20	e. El costo de la reparación	0	0	100	-
		48	5	¿El resultado de la aplicación de la anterior metodología permite clasificar las fallas en un rango de una escala (por ejemplo: falla mayor, falla intermedia o falla menor)?	0	0	0	0.00
		49	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología anterior.	0	0	57	0.95
		50	10	La empresa tiene algún mecanismo para entender la situación en cuanto al mantenimiento, es decir, tiene en cuenta:	0	0	50	1.67
			25	a. El número de fallas	0	0	100	-
			25	b. La frecuencia de las fallas	0	0	0	-

			25	c. La severidad de las fallas y paros menores	0	0	100	-
			25	d. El tiempo promedio de reparación de fallas	0	0	0	-
		51	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del mecanismo anterior.	0	0	57	0.95
		52	10	¿La empresa ha definido una metodología que le permita seleccionar aquellos equipos a ser analizados bajo P-M?	0	0	0	0.00
		53	10	¿La empresa tiene objetivos relacionados con la gestión de mantenimiento, los cuales consideren los indicadores correspondientes y los resultados esperados?	0	0	0	0.00
		54	10	¿Los objetivos anteriores se han definido de acuerdo con el tipo de equipo y la clasificación de la falla de máquina?	0	0	0	0.00
		55	5	Califique de 1 a 7 su grado de satisfacción con los anteriores objetivos.	0	0	0	0.00
		56	5	¿Usted reporta oportunamente la ocurrencia de fallas en la máquina?	100	100	100	5.00
Paso 2: Revertir el deterioro y corregir debilidades	8	57	30	¿La empresa trata inmediatamente cualquier deterioro o irregularidad informada por el operario?	100	100	100	30.00
		58	30	¿Cuál de las siguientes técnicas usa la empresa, para evitar la repetición de fallas y reducir el número de ocurrencia de éstas?	0	0	0	0.00
			40	a. AMEF (Análisis de modo y efecto de falla)	0	0	0	-
			40	b. Análisis P-M	0	0	0	-
			20	c. RCM	0	0	0	-
		59	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología AMEF, de acuerdo con la aplicación realizada por la empresa.	0	0	0	0.00
		60	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología PM, de acuerdo con la aplicación realizada por la empresa.	0	0	0	0.00
		61	20	¿La empresa cuenta con personal calificado en la atención de fallas inesperadas?	100	100	100	20.00

		62	10	Califique de 1 a 7 el desempeño de dichas personas para atender las fallas inesperadas	86	86	71	8.10
Paso 3: Crear un sistema de gestión de información	10	63	40	La empresa posee un sistema de manejo de las fallas donde se registre:	80	0	60	18.67
			10	a. Fecha	100	0	100	-
			10	b. Rango de la falla	100	0	0	-
			10	c. Modelo del equipo	100	0	100	-
			10	d. Componente que falló	100	0	100	-
			10	e. Naturaleza de la falla	100	0	0	-
			15	f. Causas	100	0	100	-
			15	g. Acción tomada	100	0	100	-
			10	h. Efecto en la producción	0	0	0	-
			10	i. Tiempo y número de personal requerido para reparar la falla	0	0	0	-
		64	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del sistema de manejo de fallas.	43	0	71	3.80
		65	40	En caso de que la empresa sí utilice un sistema de manejo de fallas donde se recopile los datos de la pregunta 63:	0	0	50	6.67
			50	a. ¿Se realiza resumen de datos con el fin de llevar un histórico y analizar tendencias?	0	0	100	-
			50	b. ¿La información se maneja en un sistema de información computarizado?	0	0	0	-
			25	En caso de ser afirmativo, i. ¿Se llevan registros de recepción de insumos de mantenimiento?	0	0	0	-
			25	ii. ¿Se tienen stocks periódicos de insumos de mantenimiento?	0	0	0	-
			25	iii. ¿Se tienen en cuenta los componentes requeridos por equipo para el cálculo del presupuesto del área de mantenimiento?	0	0	0	-

				iv. ¿Se realizan análisis de datos que permitan comparar las pérdidas de paradas previstas con los costos de mantenimiento para medir su eficacia?	0	0	0	-
		66	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño del sistema de información.	0	0	0	0.00
Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico	14	67	15	La empresa para el mantenimiento periódico define previamente:	50	100	25	8.75
			50	a. Su interacción con los planes de producción de mediano plazo.	100	100	0	-
			25	b. La existencia de piezas de repuesto.	0	100	0	-
			25	c. La existencia de lubricantes.	0	100	100	-
		68	10	¿La empresa posee una metodología definida para el mantenimiento periódico de las máquinas?	0	0	0	0.00
		69	5	Si la respuesta anterior es si, califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología.	0	0	0	0.00
		70	15	La empresa selecciona cuales son los equipos que requieren inspección periódica, de acuerdo a:	85	100	85	13.50
			10	a. Un requisito de ley exigible para un equipo				-
			100	b. Las condiciones de la máquina		X		-
			85	c. Su importancia en el proceso	X		X	-
			20	d. Por la vida útil de sus componentes				-
			10	e. Otro, Cual?				-
		71	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de selección.	57	100	71	3.80
		72	10	Antes de ejecutar el plan de mantenimiento periódico en los equipos seleccionados,	0	40	60	3.33
			40	a. ¿Se forman técnicos de mantenimiento?	0	0	0	-
			20	b. ¿Se ubican los andamiajes correspondientes?	0	0	100	-
			40	c. ¿Se analiza la evolución de los equipos desde el último servicio?	0	100	100	-
		73	5	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de formación de técnicos.	0	0	0	0.00

		74	15	La empresa revisa:	20	60	40	6.00
			20	a. Los estándares de los materiales con los cuales se diseñó el equipo y establece su reacción con las materias primas al ser procesadas.	100	100	0	-
			20	b. El tiempo estándar estimado para realizar las actividades de mantenimiento periódico.	0	0	0	-
			20	c. Los stocks estándar de piezas de repuesto, buscando el menor costo de almacenamiento.	0	100	0	-
			20	d. La compatibilidad de los lubricantes con los equipos.	0	100	100	-
			20	e. Los métodos de trabajo para el mantenimiento seguro.	0	0	100	-
		75	10	¿Durante la ejecución del mantenimiento periódico se monitorea la ejecución de las actividades de tal forma que no se sobrepase el presupuesto estimado?	0	0	100	3.33
		76	10	De acuerdo con el contenido de las preguntas anteriores, ¿Cómo calificaría de 1 a 7 el estado del mantenimiento periódico en la empresa?	71	29	57	5.23
Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento o predictivo	20	77	20	¿La empresa forma al talento humano de mantenimiento en técnicas de diagnóstico para el mantenimiento predictivo?	0	0	0	0.00
		78	20	¿La empresa identifica y adquiere los equipos necesarios para las técnicas de diagnóstico para el mantenimiento predictivo?	0	0	0	0.00
		79	10	Califique de 1 a 7 el grado de desempeño de la metodología de formación del talento humano en cuanto a mantenimiento predictivo.	0	0	0	0.00
		80	20	¿La empresa posee una metodología definida para el mantenimiento predictivo?	0	0	0	0.00
		81	20	La empresa selecciona cuales son los equipos que requieren mantenimiento predictivo de acuerdo a:	85	100	85	18.00
			100	a. Las condiciones de la máquina		X		-
			85	b. Por su importancia en el proceso.	X		X	-
			10	c. Por la vida útil de sus componentes.				-
			10	d. Otra. ¿Cuál?				-

		82	10	De acuerdo con el contenido de las preguntas anteriores cómo calificaría de 1 a 7 el estado del mantenimiento predictivo en la empresa?	29	29	43	3.37
Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimient o planificado	41	83	100	Si la empresa ha implementado mantenimiento autónomo, programado y predictivo:	0	0	0	0.00
			25	a. Se observa reducción en el número de fallos y las pequeñas paradas?	0	0	0	-
			25	b. Se incrementa el tiempo promedio entre fallos?	0	0	0	-
			25	c. Se reduce el tiempo promedio de reparación?	0	0	0	-
			25	d. Se reducen los costos de mantenimiento?	0	0	0	-



ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA

ACTA DE EVALUACIÓN FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Fecha: (dd/mm/aa)	4 / JULIO / 2012				
Nombre del proyecto:	PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DOS PILARES DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN UNA PYME ANTIOQUEÑA DEL SECTOR ALIMENTOS				
Director del proyecto:	Germán Augusto Coca Ortegón				
<table border="1"> <tr> <td>Nombre del estudiante</td> <td>Programa académico</td> </tr> <tr> <td>Alba Nelly Ruiz Blandón</td> <td>Ingeniería Industrial</td> </tr> </table>	Nombre del estudiante	Programa académico	Alba Nelly Ruiz Blandón	Ingeniería Industrial	
Nombre del estudiante	Programa académico				
Alba Nelly Ruiz Blandón	Ingeniería Industrial				
Nombre del Jurado:	Jorge Enrique Sierra Suárez				
Evaluación del proyecto: Espacio exclusivo para jurado					
___ No aprobado <u>X</u> Aprobado sin mención ___ con Mención Pública ___ con Mención honorífica ___ Trabajo laureado					
Justificación del reconocimiento: (Artículo 28 del Acuerdo 11: "El director del Programa presentará el acta final de evaluación al Consejo Académico, donde consta la solicitud de mención especial debidamente justificada y el Consejo determinará si se otorga o no"). La justificación debe tener mínimo 500 palabras.					


 DIRECTOR DEL PROGRAMA
 JORGE ENRIQUE SIERRA SUÁREZ


 DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO


 JURADO (Si lo hubo)
 JORGE ENRIQUE SIERRA SUÁREZ

 JURADO (Si lo hubo)